



ISSN 0234-646X

N=536

МИНИСТЕРСТВО ТЯЖЕЛОГО И ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ  
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЯЖЕЛОМУ  
И ТРАНСПОРТНОМУ МАШИНОСТРОЕНИЮ

# ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**КОНСТРУИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ОБОРУДОВАНИЯ**

СЕРИЯ 6  
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ВЫПУСК 6  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КРАНЫ  
МОСТОВОГО ТИПА В СССР И ЗА РУБЕЖОМ

МОСКВА 1987

УДК 621.874/62-52

Микушевич Ф. Э., Мойсеев И. М., Соседов В. И.  
Автоматизированные краны мостового типа в СССР и за рубежом: Обзор. — М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1987. — 40 с., ил. — (Подъемно-транспортное оборудование. Сер. 6; Вып. 6). — Библиогр.: 7 назв.

Даны примеры автоматизированных кранов мостового типа, получивших широкое распространение за рубежом при перегрузке однородных штучных и гомогенных грузов, а также для работы в составе автоматизированных производственных комплексов. Приведены конструктивные особенности автоматизированных узлов и систем управления кранами. Рассмотрены особенности автоматизации кранов.



МОСКВА 1987

МИНИСТЕРСТВО ТЯЖЕЛОГО И ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ  
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЯЖЕЛОМУ  
И ТРАНСПОРТНОМУ МАШИНОСТРОЕНИЮ

# ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

СЕРИЯ 6  
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ВЫПУСК 6

Ф.Э. Микушевич, И.М. Моисеев,  
В.И. Соседов

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КРАНЫ МОСТОВОГО ТИПА В СССР И ЗА РУБЕЖОМ

ИЗДАНИЕ ОСНОВАНО В 1966 ГОДУ

ВЫХОДИТ 9 РАЗ В ГОД

Одним из важнейших направлений повышения эффективности общественного производства на современном этапе является ускорение внедрения результатов научно-технического прогресса в области комплексной механизации и автоматизации производственных процессов в народное хозяйство. Эффективность результатов этой работы зависит, в первую очередь, от темпов создания и освоения в производстве машиностроительного оборудования на качественно более высоком уровне.

Составной частью всякой системы машин и технологических комплексов на их основе является транспорт, в качестве элементов которого выступают различные средства механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ. В настоящее время грузоподъемные краны являются одним из основных видов подъемно-транспортного оборудования, используемым для механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ как в СССР, так и за рубежом. Наблюдается постоянный рост потребности в автоматизированных кранах мостового типа, который обусловлен широким распространением кранов, снижением стоимости и повышением надежности технических средств систем автоматизированного управления, а также успешным применением таких систем в различных областях науки и техники.

## ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И УСЛОВИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

Основной целью автоматизации кранов является достижение экономического и (или) социального эффекта, который может быть достигнут за счет:

увеличения производительности крана и (или) производственной системы с его использованием путем снижения внутрицикловых и межцикловых потерь времени, оптимизации разгона и торможения приводов, траектории перемещения грузозахватного устройства в обслуживаемом краном пространстве и последовательности выполнения перегрузочных операций и т.п.;

повышения надежности крана путем оптимизации и регламентации режимов работы, самодиагностики и прогнозирования предостерегающих состояний;

снижения эксплуатационных затрат, связанных с повышением надежности;

увеличения выпуска годной продукции из-за снижения уровня брака, связанного с выполнением перегрузочных операций;

облегчения условий работы или полного высвобождения оператора;

улучшения использования крана путем увеличения сменности выполнения работ с применением кранов;

снижения численности оперативного и обслуживающего персонала и т.д.

Непосредственный экономический эффект от автоматизации крана, как правило, низкий ввиду существенного удорожания автоматизированного крана. Основной эффект достигается от использования таких кранов в составе автоматизированных производственных систем. Эффект, как правило, выше при групповом управлении кранами.

Каждый кран можно рассматривать как элемент какой-либо технологической системы, выполняющий транспортно-перегрузочный процесс непосредственно в технологической системе, на ее входе и выходе. Транспортно-перегрузочный процесс, выполняемый краном, состоит из операций захвата-освобождения груза и перемещений его в трех координатах обслуживаемого краном пространства.

Автоматизация крана заключается в облегчении, сокращении и (или) полном устранении участия человека в управлении краном и при выполнении операций захвата-освобождения груза.

Имеются различные уровни автоматизации кранов:

автоматизация отдельных функций и (или) задач контроля и управления;

полуавтоматическое управление;

автоматическое супервизорное управление;

автоматическое программное (ситуационное) управление;

автоматическое программное управление с элементами очувствления;

автоматическое программное управление с элементами адаптации.

Автоматизация крана осуществляется с помощью системы автоматизированного или автоматического управления (в соответствии с приведенными уровнями автоматизации крана).

В соответствии с целями автоматизации можно выделить ряд задач, решаемых при автоматизации управления кранами:

управление выведением грузозахватного устройства на груз и его захват при взятии, а также выведением грузозахватного устройства с грузом в заданные (программируемые) точки обслуживаемого краном пространства при укладке. Управление программируемыми перемещениями крана в обслуживаемом им пространстве;

управление работой грузозахватного устройства;

контроль правильности функционирования крановых механизмов и обеспечение безопасности работы крана;

управление работой тормоза главного движения;

оптимизация разгона и торможения крановых механизмов;

оптимизация программных перемещений крана;

групповое управление кранами;

учет объема выполняемой краном работы;

учет наработки крановых механизмов с целью получения сведений для оценки фактических режимов работы крана;

контроль износа узлов и механизмов крана с целью прогнозирования предостказных состояний, диагностирования отказов и т. д.

В настоящее время отсутствуют методики выбора из множества типов кранов первоочередных объектов автоматизации, очередности решаемых задач, рационального уровня автоматизации. Можно отметить, что это сложные задачи многофакторной и многокритериальной оптимизации при наличии неопределенностей и ограничений на ресурсы.

Можно выделить следующие факторы, учет которых целесообразен в процессе определения очередности решения задач по применению автоматизированных систем управления в краностроении:

массовость погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ, на выполнение которых ориентировано применение рассматриваемого крана;

возможность технической реализации рассматриваемых задач автоматизации существующими техническими средствами с учетом ближайших перспектив их создания и развития;

общие тенденции автоматизации в мировом краностроении;

получение положительного или наибольшего экономического эффекта от автоматизации крана (с учетом в составе технологической системы);

получение положительного социального эффекта.

При рассмотрении кранов мостового типа можно конкретизировать указанные факторы и с учетом достигнутого уровня в развитии автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ привести следующие предпосылки для принятия решения о разработ-

ке соответствующих автоматизированных систем управления, контроля и других микропроцессорных средств:

повторяющиеся движения крана и грузовой тележки;

обработка гомогенных грузов;

работа крана как составной части в автоматизированном технологическом процессе;

обработка штучных грузов на складах;

необходимость создания регистра данных по обрабатываемым грузам;

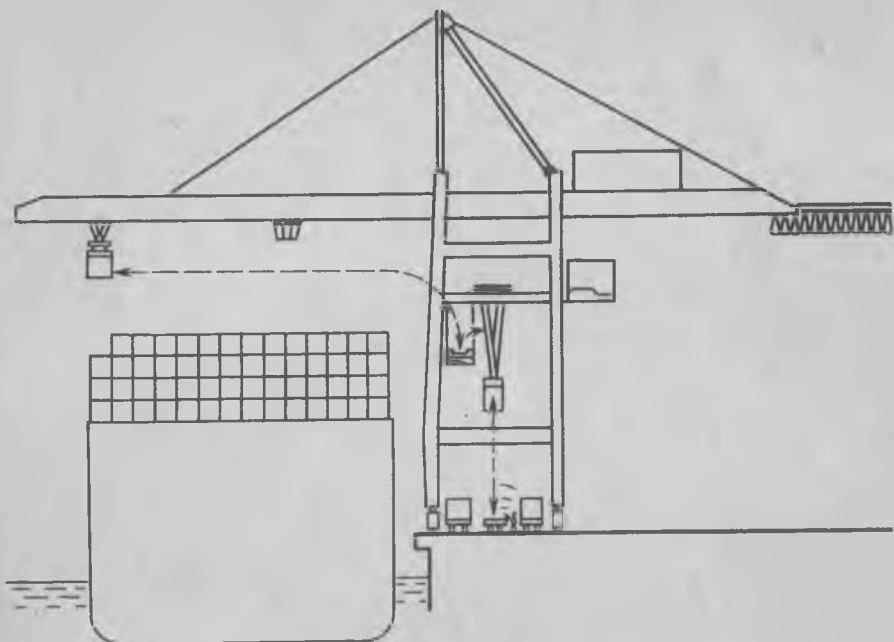
значительные затраты в случае аварийной остановки крана (применение средств диагностики технического состояния узлов и механизмов, средств технического контроля).

В настоящее время в СССР и за рубежом все шире внедряются автоматизированные грузоподъемные краны. Основными объектами автоматизации в первую очередь становятся краны, участвующие в транспортно-перегрузочном процессе технологических систем с достаточно организованной рабочей средой и определенными маршрутами грузопотоков. К их числу можно отнести комплексы по перегрузке контейнеров, сыпучих грузов и грузоподъемные краны, обслуживающие упорядоченные технологические процессы.

В процессе разработки автоматизированных грузоподъемных кранов широко используется комплексный или системный подход, при котором в качестве основного критерия оценки эффективности того или иного решения используется величина прибыли от машины или проектируемого комплекса. Такой подход способствует появлению новых технических решений в области разработки грузоподъемных кранов на качественно новом уровне.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КРАНЫ ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ

Фирмой "Kone" (Финляндия) в 1986 г. подписан контракт на поставку причальных контейнерных перегружателей для обслуживания судов-контейнеровозов четвертого поколения в порту Вирджиния (США). Вместимость таких судов повышена с 200 до 600 контейнеров с установкой их рядами по 15 штук перпендикулярно продольной оси судна. Внедрение указанных судов-контейнеровозов потребовало в свою очередь создания качественно нового поколения средств механизации погрузочно-разгрузочных работ. Поставленная задача была решена путем оснащения причального перегружателя двумя грузовыми тележками, подъемной платформой-буфером и средствами автоматизации. Конструктивная схема причального контейнерного перегружателя нового поколения приведена на фиг. 1.



Фиг. 1. Конструктивная схема причального контейнерного перегружателя

### Техническая характеристика

Грузоподъемность, т .....	40,6
Рабочий вылет консоли, м:	
надводной .....	45,72
тыловой .....	22,86
Колея портала, м .....	15,24
Высота подъема, м .....	33,53
Глубина спуска, м .....	15,24
Ход платформы-буфера, м .....	16,76
Производительность, контейнеро-операций/ч .....	50
Скорость, м/с:	
подъема номинального груза .....	0,864
спуска номинального груза .....	0,991
подъема и спуска пустого спредера .....	1,854
передвижения:	
надводной грузовой тележки при ветре рабочего состояния .....	2,54
разгрузочной грузовой тележки .....	1,219
крана при 50%-ной нагрузке от ветра рабочего состояния .....	0,762

Время подъема или опускания надводной консоли, мин	5
Род тока .....	Переменный трехфазный
Напряжение, В .....	460
Частота, Гц .....	60

Цена - 4,6 млн. долл. США.

При использовании на кране двух тележек повышенные требования предъявляются к функциям слежения за перемещениями тележек с целью предотвращения их столкновения. Местоположение тележек определяется с помощью датчиков позиционирования их перемещений. В процессе перемещений тележек приоритет отдается грузовой тележке, вошедшей в зону платформы-буфера. При этом вторая тележка автоматически останавливается на подходе к зоне платформы.

Система управления крана реализует возможность автоматической остановки или начала работы механизма подъема на заранее заданном уровне высоты. Управление краном в полуавтоматическом режиме осуществляется с помощью программируемых микроконтроллеров, формирующих задания цифровой системе управления приводами постоянного тока механизмов крана. Задания формируются на основании данных плана хранения и порядка разгрузки-погрузки судна, которые вводятся в память бортового кранового микрокомпьютера типа HP-1000.

При работе в полуавтоматическом режиме надводная грузовая тележка автоматически возвращается в зону выгрузки для захвата следующего контейнера. Точность позиционирования тележки зависит от размеров судна. Данные о конфигурации и размерах судна могут быть заранее введены в микрокомпьютер или поступать в режиме обучения при работе крана. Затем эта информация хранится в памяти (на дисках) и может быть использована по мере необходимости.

Кабина оператора оборудована графическим дисплеем, на котором отображается информация о положении спредера, и цифровыми индикаторами для регистрации высоты подъема и местонахождения надводной грузовой тележки. Может быть установлен и другой дисплей для отображения информации о плане хранения и разгрузки-погрузки контейнеров на судне.

По данным фирмы "Kone", производительность при работе в полуавтоматическом режиме не превышает производительности при ручном управлении крана квалифицированным оператором. Однако данная система позволяет снизить интенсивность работы и утомляемость операторов и помогает крановщикам с недостаточными навыками работы повысить производительность и уменьшить риск ошибочных операций.

Условно можно выделить три уровня автоматизации средств для выполнения погрузочно-разгрузочных работ с контейнерами:



автоматизация отдельной машины (например, крана);  
автоматизация группы связанных между собой машин;  
автоматизация всего перегрузочного комплекса, при этом достигается наибольший эффект.

Примером такого подхода может служить автоматизированный перегрузочный комплекс, разработанный фирмой "Matson Terminal" для морского терминала в порту Лос-Анжелеса.

Система автоматизированного управления имеет три уровня: диспетчерское управление комплексом (на базе "большой" ЭВМ), групповое управление контейнерными кранами (на базе мини-ЭВМ) и управление отдельными кранами (на базе микропроцессорных средств). Система управляет работой четырех причальных и четырех козловых контейнерных кранов, четырех автоконтейнеровозов портального типа и контейнерного конвейера. Каждый кран может выполнять до 60 операций в час. Центральная ЭВМ кроме основных функций, связанных с получением, перегрузкой и отгрузкой контейнеров, контролирует безопасность работ.

Весь цикл работ по проектированию, инженерно-технической отработке, строительству и постепенному внедрению занял шесть лет и потребовал затрат 32,5 млн. долл. Производительность терминала удалось повысить более чем на 30%.

Другим примером автоматизированного комплекса может служить контейнерный морской терминал для крупнотоннажных контейнеров, разработанный фирмой "Hitachi" (Япония). Всем комплексом управляют с помощью двух взаимосвязанных систем: системы верхнего уровня по планированию, контролю, формированию планов загрузки и разгрузки судов-контейнеровозов и оперативной системы автоматического управления средствами механизации погрузочно-разгрузочных работ. К числу механического оборудования, предназначенных для перегрузочных работ, относятся причальные контейнерные перегружатели и тыловые козловые контейнерные краны на рельсовом пути. Транспортировка контейнеров из причальной зоны в зону работы козловых контейнерных кранов осуществляется с помощью автоматических контейнеровозов с приводами механизма передвижения вращающегося линейного двигателя.

Предусмотрены различные степени автоматизации козловых контейнерных кранов, вплоть до полностью автоматического управления. В то же время для причального контейнерного перегружателя предусмотрено обязательный контроль оператора и его вмешательство в работу машины в случае необходимости.

Работа козловых контейнерных кранов осуществляется следующим образом. От ЭВМ верхнего уровня на бортовой компьютер передается информация о местонахождении контейнера, который должен быть перегружен. На основании этой информации в автоматическом режиме выполняются операции по передвижению крана и его грузовой тележки и, при необходимости, раздвижение телескопического спредера

зависимости от типа перегружаемого контейнера). Операции осуществляются с совмещением их во времени. После выхода крана в заданную зону осуществляется операция спуска, наведения и посадки спредера на контейнер. Затем выполняются операции подъема спредера с контейнером и передвижения крана и грузовой тележки, которые, при необходимости, совмещаются с операцией поворота контейнера. Операции спуска и установки контейнера, освобождения спредера и его подъем осуществляются в режиме ручного управления.

По данным фирмы "Hitachi", система управления позволяет на 60% повысить эффективность погрузочно-разгрузочных работ.

Еще одним примером может служить козловой контейнерный кран фирмы "Conrad-Stork" (Нидерланды). Пролет крана - 43 м, вылет консолей по 10,5 м, высота подъема спредера - до 14,7 м. Такие параметры крана позволяют обслуживать площадки с пятирусным складированием контейнеров, устанавливаемых по 14 штук в одном ряду. Система управления обеспечивает адресование спредера в заданную зону. Несмотря на большие величины номинальных скоростей (передвижение крана - 1,66, тележки - 2,0 м/с) обеспечивается высокая точность позиционирования (примерно 60 мм для передвижения крана и 50 мм - для грузовой тележки).

Проведенные исследования показывают, что для осуществления автоматического наведения спредера на контейнер и вывод контейнера (при его установке) на специализированное транспортное средство допустимая погрешность позиционирования в горизонтальной плоскости должна составлять не более  $\pm 35$  мм. В случае, если система управления и конструкция механизмов передвижения крана и грузовой тележки не обеспечивают указанную точность позиционирования, то необходимо операции наведения осуществлять вручную или использовать метод сканирования с оснащением органов захвата спредера механизмами передвижения относительно центра его подвеса на кране.

Фирма "Conrad Stork" в качестве одного из преимуществ бортовой системы управления козлового контейнерного крана рекламирует возможность ее подключения к центральной управляющей ЭВМ более высокого уровня. Это позволяет обеспечить поэтапность реализации различных уровней автоматизации и возможность модернизации ранее выпущенных кранов.

Приведенные примеры еще раз подтверждают возможность, а также целесообразность автоматизации контейнерных кранов.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КРАНЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассматривая применение автоматизированных кранов в технологическом процессе, следует отметить, что требование автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ вызвано автоматизацией самой технологической системы, при этом можно выде-

лить следующие условия, особенно характерные для применения автоматизированных кранов в технологическом процессе:

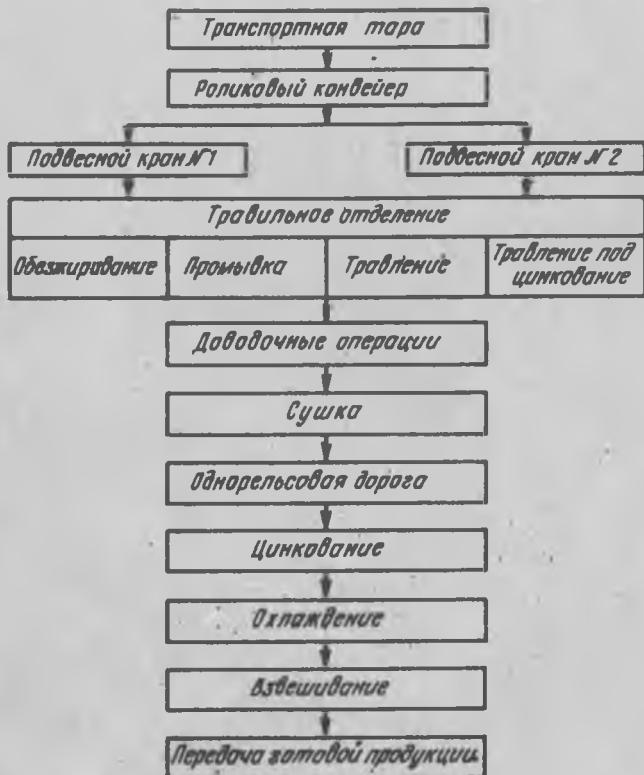
опасные или вредные условия труда;

необходимость повышения производительности работ за счет снижения внутрицикловых или межцикловых потерь времени при выполнении большого числа однообразных операций;

повышенные требования к надежности работы оборудования, уровню возможных ошибок в управлении, а также к прогнозированию предостерегающих состояний;

необходимость интенсификации эксплуатации оборудования за счет увеличения их коэффициентов сменности.

В качестве примера использования автоматизированного крана во вредных для человека условиях труда можно привести транспортную систему цеха нанесения цинковых покрытий. Транспортная система, разработанная фирмой "Stahl" (ФРГ), состоит из подвесных кранов, роликового конвейера и однорельсовой дороги. Схема грузопотоков и перечень технологических операций приведены на фиг. 2.



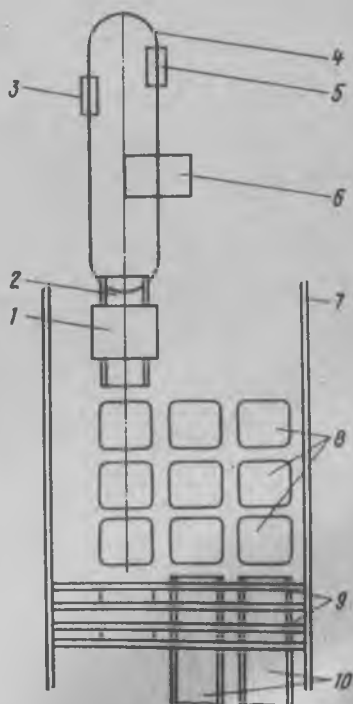
Фиг. 2. Схема грузопотоков и перечень технологических операций

Работа цеха организована следующим образом. Заготовки в транспортной таре с помощью роликового конвейера подаются в зону работы двух автоматизированных подвесных кранов, которые оборудованы грузозахватными устройствами и могут работать по 10 различным программам в зависимости от требуемой последовательности выполнения операций в травильном отделении цеха.

Программами предусмотрено определенное время выдержки деталей в каждой ванне и над ваннами для стекания с них рабочих жидкостей. После завершения операций травления предусматривается контроль качества. При обнаружении брака кран переносит транспортную тару с деталями на роликовый конвейер, который транспортирует их на доводочный участок. Качественные детали в транспортной таре подаются на конвейер и далее в сушильную печь. После сушки осуществляется автоматический захват деталей и дальнейшая их транспортировка с помощью однорельсовой дороги.

Планировка цеха с расположением оборудования для нанесения цинковых покрытий приведена на фиг. 3.

Имеются другие примеры использования автоматизированных кранов для перегрузки грузов во вредных для здоровья производствах. Так, фирмой "Demag" (ФРГ) изготавливаются и поставляются в различные страны автоматизированные подвесные краны, которые ис-



Фиг. 3. Расположение оборудования травильного цеха: 1 - сушильная печь; 2; 10 - транспортеры; 3 - весы; 4 - подвесная однорельсовая дорога; 5 - установка охлаждения; 6 - цинковальная станция; 7 - крановые рельсы; 8 - ванны с растворами; 9 - подвесные краны

пользуются непосредственно в транспортном процессе технологических систем производства (гальваническая обработка крупногабаритных изделий). Захват груза, его перемещение в рабочей зоне, окунание в гальванованну, выдержка в течение заданного времени и доставка в зону разгрузки осуществляются автоматически по заданной программе и управляются ЭВМ, установленной в пункте управления. ЭВМ управляет передачей грузов от одного крана к другому. Сохраняется возможность ручного управления. Точность позиционирования моста и тележки —  $\pm 70$  мм; механизма подъема —  $\pm 50$  мм.

### Техническая характеристика

Грузоподъемность, т .....	5
Пролет, м .....	13
Скорость, м/с:	
подъема .....	0,01/0,14
передвижения:	
моста .....	0,21/0,4
тележки .....	0,14/0,5
Грузозахватное устройство .....	Специальная траверса

Приведенные примеры комбинированных транспортных систем с использованием комплексов подвесных кранов, конвейеров и однопорельсовых дорог с управлением от ЭВМ позволяют сделать вывод, что внедрение таких систем является прогрессивным решением задачи автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ во вредных для здоровья и тяжелых эксплуатационных условиях. К числу таких условий, кроме работы крана в цехах по нанесению гальванических покрытий, следует также отнести погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы с прокатом черных и цветных металлов.

Так, например, фирма "Demag" (ФРГ) выпускает краны с электромагнитным грузозахватным устройством для перегрузки различных по размерам листов ферромагнитного металла. Листы перегружаются краном с роликового конвейера на другой конвейер, с которого они перегружаются на грузовик. Длина листов до 5000, ширина до 2750 и толщина от 5 до 200 мм. Масса пакета перегружаемых листов около 10 т. Работа системы полностью автоматизирована, оператором вводится только число листов, укладываемых в пакет. Производительность — 150 т в смену. Цикл работы крана 54 с.

Так как размеры плит и листов постоянно меняются, установлены специальные датчики для наведения грузозахватного устройства на центр листа. Система автоматического управления крана перед осуществлением захвата выравнивает скорости горизонтальных перемещений грузозахватного устройства и листа металла. При работе с тонкими листами подъемный электромагнит останавливается на высо-

те 20 мм от несущей поверхности конвейера. Имеется датчик массы поднимаемого груза. Для исключения раскачивания электромагнита используется телескопическая штанга. Реализован автоматический учет переработанных грузов.

### Техническая характеристика

Грузоподъемность, т .....	4,5
Пролет, м .....	14,1
Скорость, м/с:	
подъема .....	0,1
передвижения:	
моста .....	0,05/1,2
тележки .....	0,12/0,5
Грузозахватное устройство .....	Два электромагнита
Масса электромагнитов, кг.....	380
Коэффициент запаса по грузоподъемности электромагнитов .....	2-3

Фирма "Kone" (Финляндия) изготавливает мостовой кран грузоподъемностью 16 т, пролетом 40 м для работы на складе проката. Грузозахватное устройство выполнено в виде траверсы с электромагнитами. Их подвес осуществлен по пространственной схеме. Назначение крана - перегрузка листов различных размеров.

Работа крана осуществляется следующим образом. Оператор подает команду на начало операции (цикла). Кран автоматически выводится на лист заданных размеров и осуществляется захват груза и его транспортировка на роликовый конвейер. Сигналы о результатах выполненной работы поступают в ЭВМ и хранятся в ее памяти.

Возможны следующие варианты управления: полуавтоматическое; супервизорное (на кране установлены телевизионные камеры; оператор управляет краном из помещения); управление из кабины. Двигатели крана имеют тиристорное управление. Кран установлен на крановой эстакаде (работа на открытом воздухе).

Фирма FMS (Япония) разработала участок гибкого автоматизированного производства, в состав которого входят семь обрабатывающих и пять токарных центров. В качестве транспортного средства используется мостовой кран, который обслуживает площадь 18x56 м. Грузоподъемность крана 1 т, скорость передвижения - 1,33 м/с. Применен специальный захват на жестком подвесе. Точность позиционирования механизмов крана составляет  $\pm 15$  мм. Требуемая точность позиционирования  $\pm 1$  мм обеспечивается перемещением захвата при неподвижном кране.

Все оборудование участка, включая стеллажный склад, обрабатывающее оборудование и мостовой кран, управляется двумя ЭВМ. Используются ультразвуковые датчики обнаружения препятствий и инфра-

красные датчики, сигнализирующие о присутствии людей в рабочей зоне.

Экономический эффект от внедрения описанной системы составил 41 млн. иен.

Фирма "Demag" (ФРГ) выпускает мостовой двухбалочный кран со специальным захватом, используемый на складах готового проката для загрузки и разгрузки автомобилей и железнодорожных платформ. Применена система автоматического адресования моста и тележки крана. Кран автоматически выводит грузозахватное устройство в заданную зону. Дальнейшие действия выполняются оператором. Используется специальный гидравлический захват с двумя ультразвуковыми датчиками для наведения на груз.

Грузоподъемность крана - 12 т; пролет - 22 м; скорость передвижения крана - 0,016-1,67, подъема - 0,013-0,13 м/с.

Фирма "Mehne" (Австрия) выпускает полностью автоматизированные мостовые, козловые и полукозловые краны со специальными захватами. Точность позиционирования захвата достигает 0,5 мм. Регулирование скорости передвижения кранов выполняется с помощью стационарного преобразователя частоты.

В качестве примеров использования кранов фирмы "Mehne" в технологических процессах можно привести:

- полукозловой кран для перегрузки листов стекла;
- мостовой двухбалочный кран грузоподъемностью 3,2 для перегрузки бумажных рулонов, установленных на специальные поддоны;
- мостовой двухбалочный кран со специальным захватом на жестком подвесе грузоподъемностью 2х1,2 т, обслуживающий токарные центры.

Системы управления кранов фирмы "Mehne" могут иметь связь с ЭВМ более высокого уровня, осуществляющей сбор и хранение информации о перегрузочном процессе.

Фирма "Verlindé" (Франция) выпускает мостовые (подвесные и опорные, однобалочные и двухбалочные), полукозловые и козловые краны с применением программного управления на базе микропроцессорной техники, что позволяет увеличить производительность крана, обеспечить оптимальные режимы разгона и торможения, выбрать оптимальные траектории движений механизмов, легко изменять характер перегрузочного процесса, обеспечить информационные связи с ЭВМ более высокого уровня.

В качестве примеров применения кранов фирмы "Verlindé" в технологических процессах можно привести:

- мостовой двухбалочный кран грузоподъемностью 3,2 т со специальным гидравлическим захватом для перегрузки кабельных барабанов;
- мостовой двухбалочный грейферный кран грузоподъемностью 2,5 т для перемешивания угля в бункере;
- козловой кран грузоподъемностью 6,3 т для перегрузки длинного проката.

Фирма "Dickertmann" (ФРГ) изготовила мостовой двухбалочный кран с управлением от ЭВМ. Кран грузоподъемностью 2 т предназначен для автоматической транспортировки алюминиевых слитков массой до 1600 кг от печи для обжига к горизонтальному прессу.

Мост крана перемещается по эстакаде длиной 16 м и приводится в движение мотор-редуктором с трехфазным электродвигателем. Бесступенчатый разгон до максимальной скорости осуществляется за счет изменения частоты питающего напряжения.

Применено специальное управляемое грузозахватное устройство с двумя вертикальными направляющими для точного позиционирования груза, которое обеспечивает захват слитков круглого сечения с диаметром от 442 до 636 мм и прямоугольного сечения с длиной стороны от 380 до 1900 мм.

Кран имеет пять степеней подвижности. Мост крана может перемещаться на длину 15 м с максимальной скоростью 0,5 м/с; крановая тележка - на длину до 7 м с максимальной скоростью 4,16 м/с. Вертикальное перемещение грузозахватного устройства составляет 2 м и может осуществляться со скоростью 0,027/0,27 м/с. Губки грузозахватного устройства могут перемещаться на длину 1,1 м со скоростью 0,1-0,4 м/с, поворот губок вокруг оси на 360°.

Автоматизированная крановая система фирмы "Demag" (ФРГ) установлена на предприятии МВВ и используется для сборки аэробусов. В крановую систему входят два мостовых подвесных крана пролетом 34 м. На главных грузовых тележках подвесных кранов установлено по два рельса, по каждому из которых могут передвигаться по две тали. Возможна автоматическая стыковка рельсов между собой и со стационарными подвесными путями. Механизмы передвижения крана и тележек приводятся двигателями постоянного тока. Управление приводом постоянного тока производится двухступенчатым переключателем "микроскорость - основная скорость".

Оба крана работают в пролете площадью 75x75 м, разделенном на две крановые зоны. Главная крановая тележка выполнена поворотной с углом поворота 270°. Крайние положения крюка охватывают зону обслуживания 6,2x10 м.

С помощью радиоуправления, автоматической аппаратуры и программного управления кран может работать в автоматическом или ручном режиме. Предусмотрен ввод программы работы крана методом "обучения".

Главная тележка позиционируется с помощью лазерного устройства.

В крановой системе применен тарированный грузозахват, при котором механизм подъема вначале работает с предварительной нагрузкой, а при достижении механизмами подъема заданных нагрузок включается основной подъем.

Для обеспечения безопасности предусмотрены различные электрические и механические блокировки. Кран может быть остановлен в любой момент и в любом положении.



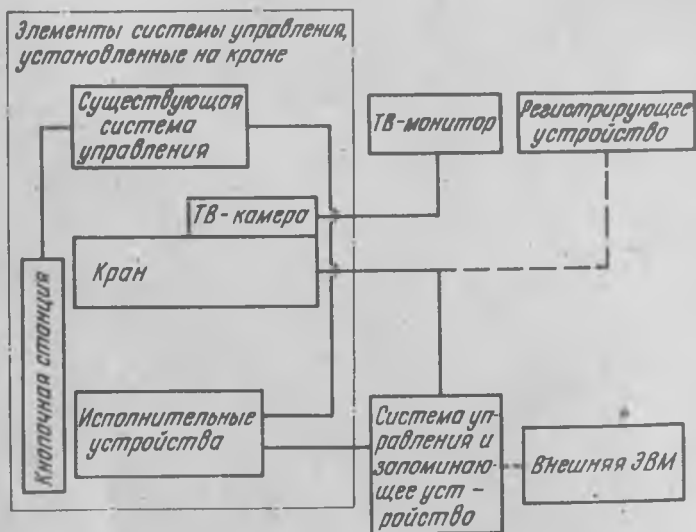
Кроме самолетостроения, такая крановая система может применяться в приборостроении и в других отраслях промышленности.

Ряд зарубежных фирм приступил к модернизации кранов, находящихся в эксплуатации. При модернизации часто автоматизируется управление краном.

Фирмой "Belgonucleaire" (Бельгия) проведена модернизация мостового двухбалочного крана. Цель модернизации — автоматизация работы крана при перегрузке стержней ядерных реакторов с урановых сборки на склад.

### Техническая характеристика

Грузоподъемность, т .....	1
Пролет, м .....	22,3
Высота подъема, м .....	8,6
Скорость, м/с:	
подъема .....	0,075/0,0
передвижения:	
тележки .....	0,25/0,0
крана .....	0,55/0,2
Зона, обслуживаемая краном, м .....	160
Точность позиционирования грузозахватного устройства, мм .....	+1
Количество адресов, предусмотренных программой .....	256



Фиг. 4. Блок-схема системы управления модернизированным краном

В процессе модернизации кран был оснащен электромагнитным грузозахватом и устройством для подавления его колебаний при работе крана. Кроме того, были установлены датчики для определения координат грузозахватного устройства по трем осям его перемещения. Для обзора рабочей зоны на грузовой тележке была установлена телекамера.

Система управления была дополнена двумя блоками. В состав первого блока входят телевизионный монитор и система управления на базе микропроцессорной техники. При необходимости возможна связь системы управления с регистрирующими устройствами и с ЭВМ верхнего уровня. В состав второго блока, который устанавливается на кране, входят исполнительные устройства. Предусматривается возможность управления краном вручную, с помощью подвесной кнопочной станции.

Блок-схема системы управления модернизированным краном приведена на фиг. 4.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ГРЕЙФЕРНЫЕ КРАНЫ

Среди автоматизированных кранов наибольшее распространение имеют грейферные краны, предназначенные для перегрузки или перемешивания однородных грузов, что объясняется объективными причинами, среди которых можно отметить следующие:

- необходимость в освобождении человека от выполнения в высоком темпе монотонно повторяющихся однообразных операций, часто в условиях повышенной запыленности;

- простота алгоритма управления грейферным краном;

- низкие требования к дискретности и точности позиционирования механизмов;

- наличие дистанционно управляемого грузозахватного устройства (грейфера).

Среди особенностей, связанных с автоматизацией грейферных кранов, следует выделить:

- необходимость "оучувствления" механизма подъема крана для определения момента посадки грейфера на материал и начала зачерпывания;

- учет влияния амплитуд раскачивания грейфера на точность его позиционирования или принятие мер для исключения или подавления раскачивания грейфера после его выведения в заданную зону;

- упрощение процесса ввода информации и программы обслуживания краном рабочего пространства. Одним из способов ввода информации о координатах и последовательности выполнения перемещений является метод "обучения" с вводом шага "зачерпывания", их количества, рядности перемещений, последовательности переходов с одного ряда на другой и т. д. с клавиатуры.

При автоматизации грейферных кранов необходимо предусматривать возможность работы крана в ручном режиме управления. Иногда применяется сочетание работы по программе с супервизорным управлением. Контроль за работой крана осуществляется оператором, следящим за работой группы автоматизированных кранов, либо выполняющего какие-либо дополнительные функции.

При работе группы автоматизированных грейферных кранов в одном пролете применяются программные средства предотвращения столкновений между кранами.

Как правило, применяются датчики, характеризующие состояние рабочей зоны грейферного крана (датчики степени загрузки бункера, положения передвижного состава и т. д.). В ряде случаев реализуется функция регистрации количества переработанных грузов.

Фирма "Mohr & Federhaff" (ФРГ) выпускает ряд модификаций мостовых двухбалочных грейферных кранов с типовой для всех модификаций системой программного управления. Краны используются в основном для перегрузки мусора или угля из бункера в бункер. По выбору заказчика краны могут быть поставлены с системой программного управления, с системой управления из стационарной кабины (оператор управляет одним или несколькими кранами, работающими одновременно), а также с управлением из кабины крана.

#### Техническая характеристика

Грузоподъемность, т .....	4	4	10	10
Пролет, м .....	10,9	17,5	20	22,25
Высота подъема, м .....	18,5	13,2	13,6	26,0
Скорость, м/с:				
подъема .....	1,0	1,0	0,56	1,0
передвижения:				
крана .....	1,33	0,83	1,50	1,33
тележки .....	0,67	0,5	0,83	0,83
Объем грейфера, м <sup>3</sup> .....	2,5	1,5	3,0	7,0
Производительность, т/ч .....	44	20	-	100
Количество пунктов загрузки-выгрузки	26	14	-	-
Тип перегружаемых грузов .....	Мусор	Мусор	Уголь	Мусор

Япония экспортирует мостовые краны с программным управлением. В качестве примера можно привести мостовые двухбалочные грейферные краны с программным управлением, используемые для перегрузки мусора из бункера в бункер в цехе переработки мусора.

создавать рассредоточенные многоуровневые системы автоматизированного управления производственным процессом.

Датчики и микропроцессорные средства смонтированы в отдельном блоке. Это позволяет сократить число линий связи в системе управления.

Фирма "Demag" выпускает такие тали-манипуляторы, у которых станция управления и грузозахватное устройство совмещены в одном блоке. Система управления и привод тали-манипулятора обеспечивают необходимую точность позиционирования при захвате-отпуске груза, что позволяет автоматизировать процесс транспортировки груза в производственных системах.

Системами автоматизированного управления, контроля и диагностики оснащаются тали производства НРБ.

В частности, микропроцессорная система управления электрической талью EA-10438 обеспечивает:

постоянный контроль нагрузки и отключение механизма подъема при превышении номинальной нагрузки на 5%;

постоянный контроль температуры электродвигателей и отключение соответствующего двигателя при достижении температуры 135°C;

постоянный контроль осевого смещения ротора и износа тормозного диска электродвигателя подъема груза и его отключение при достижении критических значений указанных параметров;

отключение механизма подъема при подъеме груза под углом, превышающем максимально допустимый;

ограничение раскачивания груза путем плавного изменения частоты вращения вала электродвигателя передвижения тали в зависимости от массы поднимаемого груза и высоты подъема;

измерение и занесение в запоминающее устройство данных о количестве отработанных машино-часов и виде технических обслуживаний;

получение и занесение в запоминающее устройство данных о количестве поднятых грузов за определенный период;

задание определенного маршрута движения механизма передвижения тали и использование программных систем управления при включении тали в состав автоматизированных транспортных линий.

При использовании электрической тали в составе транспортной системы имеется возможность вывода на пульт информации о причинах прекращения работы отдельных узлов. При необходимости на дисплей оператора выводятся также данные, хранящиеся в запоминающем устройстве.

#### Техническая характеристика

Грузоподъемность, т .....	2,0
Скорость, м/с:	
подъема .....	0,2
передвижения .....	0,033

Диапазон бесступенчатого регулирования скорости передвижения .....	1:10
Количество обслуживаемых адресов .....	99
Температурный диапазон, °С .....	От -10 до +40

Автоматизированные электрические тали могут применяться на частично или полностью автоматизированных подвесных или опорных однобалочных кранах, подвесных однорельсовых дорогах и комбинированных транспортных системах подвесной кран - подвесная однорельсовая дорога.

Одним из направлений развития автоматизации грузоподъемных кранов является создание отдельных автоматизированных систем, применение которых улучшает эксплуатационные характеристики и расширяет функциональные возможности грузоподъемных кранов.

К таким системам можно отнести:

системы радиоуправления кранами;

системы автоматического адресования отдельных механизмов крана;

системы предотвращения столкновений кранов, работающих в одном пролете;

системы контроля состояния механизмов крана (средства диагностики);

системы автоматической регистрации объема выполненной работы. Фирма "Kone" поставляет следующее оборудование:

комплект радиоуправления;

систему контроля технического состояния электродвигателя;

крюковые весы;

систему измерения пути, пройденного краном или его тележкой.

Комплект радиоуправления имеет следующую характеристику:

число скоростей передвижения - 16;

число скоростей подъема - 4;

частотный диапазон - 30-400 МГц;

пульт управления - переносной;

принцип конструкции - модульный.

Система контроля технического состояния электродвигателя уменьшает затраты на техническое обслуживание и позволяет предотвратить аварийные остановки технологического процесса.

Система контроля технического состояния электродвигателя позволяет определить сопротивление изоляции узлов электродвигателя, уровень вибрации подшипников, температуру двигателя. Контролируется также техническое состояние систем тиристорного управления и защиты от перегрузок, силовые электрические цепи, тормозные устройства.

В случае отклонения от допустимых значений основных параметров работающего электродвигателя система контроля подает звуковой сигнал и выдает на дисплей соответствующую информацию.

Крюковые весы фирмы "Kone" имеют диапазон взвешивания от 1 до 200 т и обеспечивают точность измерения  $\pm 2\%$ . Дисплей крюковых весов может быть установлен на кнопочном пульте управления краном, в кабине крана, на металлоконструкции моста, на крюковой обойме.

Для установка в исходное состояние и тарировки крюковых весов используется малогабаритный переносной пульт, оснащенный системой передачи информационных сигналов в инфракрасном диапазоне. Крюковые весы могут комплектоваться регистрирующим устройством для выдачи на печать массы груза, кода, даты и времени измерения.

Система измерения пути, пройденного краном, предназначена для работы в составе комплектного тиристорного привода. Система с помощью датчика импульсов измеряет путь, пройденный краном, и позволяет реализовать автоматическое передвижение крана в заданную точку пути. Предусмотрена возможность связи с микроконтроллером или с ЭВМ, реализующей программное управление краном.

На электрических талях серии Т производства НРБ могут быть установлены электронные ограничители грузоподъемности, отключающие механизм подъема при нагрузке, на 10% превышающей номинальную. Точность работы ограничителя  $\pm 2\%$ , температурный диапазон работы от  $-10$  до  $+40^\circ\text{C}$ .

Фирма "Alliance" (США) предлагает автоматическую систему диагностики крановых узлов, которая подает сигналы крановщику о выходе контролируемых параметров за пределы допустимых значений, а также ведет сбор и накопление в памяти статической информации о работе контролируемых узлов и механизмов. Контролируемыми величинами являются: температура масла в редукторах; сила тока двигателей; уровень вибрации корпусов редукторов и подшипников.

Приведенные примеры показывают, что ведущие краностроительные фирмы предлагают заказчику целый ряд устройств контроля и управления, повышающих качество функционирования грузоподъемных кранов. Предлагаемые устройства используют прогрессивные для настоящего уровня развития техники физические принципы, выполнены на современной элементной базе, имеют законченную блочную конструкцию и могут стыковаться с ЭВМ.

Во ВНИИПТмаше выполнены работы по созданию системы контроля наработки крановых механизмов применительно к кранам-манипуляторам грузоподъемностью 10+10 и 16+16 т.

Система предназначена для сбора сведений о наработке крановых механизмов в процессе эксплуатации с целью оценки фактических режимов работы механизмов крана, а также организации технического обслуживания, замены изделий и ремонта кранов. С ее помощью может выполняться подсчет (с накоплением и запоминанием информации в энергонезависимом запоминающем устройстве) времени работы механизмов подъема, передвижения моста, тележки и кабины, подсчет количества циклов работы крана, переработанных грузов и включений

приводов механизмов, отображение на цифровом дисплее накопленной информации по запросу оператора, останов крана (при необходимости) по достижении заданного значения наработки любым из контролируемых механизмов.

В качестве центрального устройства системы контроля наработки используется одноплатный микропроцессорный контроллер типа МКА.

## ДАТЧИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КРАНОВ

Одними из наиболее важных элементов систем управления грузоподъемным краном являются технические средства, позволяющие получать информацию о состоянии управляемого объекта и рабочей среды, к которым в первую очередь относятся датчики различного назначения. Среди них можно выделить датчики положения основных механизмов крана (датчики позиционирования), датчики характеристик груза (например, датчики массы груза), датчики состояния узлов и механизмов крана, датчики состояния рабочей среды крана, датчики обеспечения безопасности. Наиболее часто применяются в конструкциях как автоматизированных кранов, так и кранов с ручным управлением, датчики позиционирования, массы груза и натяжения канатов.

Датчики позиционирования необходимы для получения информации о текущих координатах грузозахватного устройства в пространстве рабочей зоны крана. В настоящее время выпускается значительное количество различных типов датчиков позиционирования, из которых наиболее перспективными для применения в системах управления грузоподъемными кранами мостового типа являются бесконтактные датчики. Принцип действия бесконтактных датчиков позиционирования основан на взаимодействии элемента датчика, установленного на движущемся механизме, с элементами датчика, установленными на относительно неподвижных конструкциях крана. Взаимодействие осуществляется через передающую среду, в качестве которой используются магнитное поле, инфракрасное или световое излучение, электромагнитное поле и др.

Принцип действия датчиков типа ВСГ, выпускаемых ВНИПКТИ релестроения (г. Чебоксары), основан на экранировании геркана от магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом.

### Техническая характеристика

Номинальное переключаемое напряжение, В .....	220
Номинальный переключаемый ток, А .....	1
Максимальная частота переключения, Гц .....	1,66
Ресурс включений .....	$5 \cdot 10^7$

Скорость перемещения позиционируемого механизма, м/с:	
максимальная .....	4
минимальная .....	$3 \cdot 10^{-4}$
Габаритные размеры, мм .....	75x30x40

Датчики типа БК-А и КВДЗ-24 работают на принципе срыва колебаний С-генератора при экранировании магнитного потока стальным флажком.

#### Техническая характеристика

Точность срабатывания, мм .....	$\pm 3$
Напряжение питания, В .....	15,24
Ток нагрузки, МА .....	60,120
Габаритные размеры, мм:	
БК-А .....	$\phi 21 \times 73$
КВДЗ-24 .....	55x44x28

Бесконтактные датчики позиционирования ПИЩ-6, ПИП-3 и ПИП-12 серийно выпускаются таллинским ПО "Промприбор".

#### Техническая характеристика

Тип датчика .....	ПИЩ-6	ПИП-3	ПИП-12
Напряжение питания, В .....	12	24	5
Максимальная частота срабатывания, кГц .....	2	0,25	4
Зона срабатывания, мм .....	-	10	2,5
Габаритные размеры, мм .....	80x28x19	$\phi 32 \times 70$	15x8,5x20
Масса, г .....	80	40	40
Рабочий диапазон температур, °С .....	От -50 до +65	От -10 до +50	От -50 до +50

Перечисленные датчики являются позиционно-счетными и могут быть использованы в системе автоматизированного управления краном мостового типа для фиксации определенных точек на линии движения механизмов.

При конструировании роботов и манипуляторов применяются счетно-импульсные датчики позиционирования, которые могут также использоваться для позиционирования крановых механизмов. Датчики устанавливаются на вращающихся элементах механизмов и определяют угол поворота соответствующего элемента.



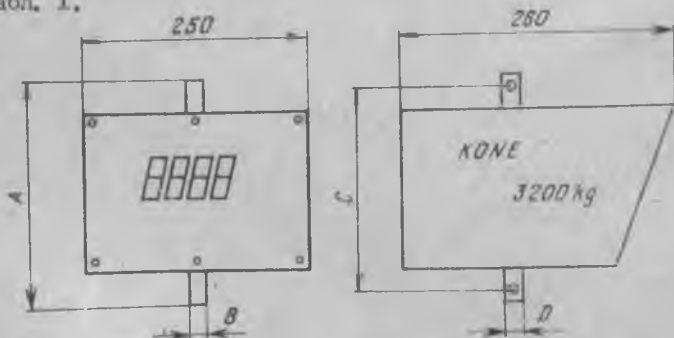
## Техническая характеристика

Тип датчика .....	ППК-15	ППК-12
Разрядность выходного кода .....	15	12
Диапазон измерений:		
в угловых единицах, град .....	0-360x16	0-360
в дискретных единицах на оборот .....	32768	4096
Разрешающая способность, рад .....	0,003	0,0015
Частота вращения вала, с <sup>-1</sup> , не более .....	15	3
Уровень выходного сигнала, В:		
верхний, не менее .....	2,4	2,4
нижний, не более .....	0,4	0,4
Потребляемая мощность, Вт .....	6	4,5
Допускаемая радиальная нагрузка на вал, Н	5	3
Габаритные размеры, мм .....	∅70x140	∅70x85
Масса, кг .....	0,8	0,65

Во многих случаях на автоматизированных кранах устанавливают датчики массы груза — крюковые взвешивающие устройства, которые обеспечивают регистрацию объема выполненной работы, получение информации о массе поднимаемого груза, автоматическую сортировку груза по весовому признаку, повышение надежности и безопасности работы крана. Информация о массе поднимаемого груза может передаваться на демонстрационное табло, на печатающее или иное регистрирующее устройство, на управляющую ЭВМ или непосредственно на исполняющие устройства.

Крюковые взвешивающие устройства разнообразных исполнений приводятся рядом зарубежных краностроительных фирм.

Фирма "Kone" (Финляндия) выпускает крюковые взвешивающие устройства типов CSA, CSB, CSC и CSD. Устройства типа CSA имеют ручное обнуление, а типа CSB — дистанционное с использованием передачи сигнала в инфракрасном диапазоне (фиг. 5). Масса и габаритные размеры устройств типа CSA и CSB приведены в табл. 1.



Фиг. 5. Крюковые взвешивающие устройства типа CSA и CSB фирмы "Kone"

Таблица 1

Номинальная грузоподъемность, т	Размеры, мм				Масса, кг
	A	B	C	D	
1	200	15	10	230	8
3,2	180	27	20	229	10
6,3	190	35	26	249	14
10	220	36	27	279	16
16	220	47	32	256	17
20	242	68	51	373	18
25	242	68	51	373	18
32	270	68	59	299	22
50	320	68	70	470	30

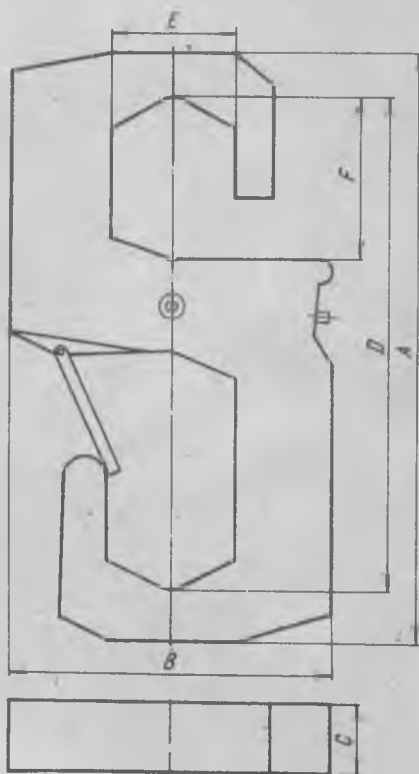
Крюковое взвешивающее устройство типа CSC приспособлено для работы в тяжелых условиях литейного производства и выпускается с ручным и дистанционным управлением. Характерной особенностью взвешивающего устройства типа CSD является блочное выполнение в виде отдельных элементов (электронный блок, демонстрационное табло). Демонстрационное табло может быть установлено на крюковой обойме, на мосту крана, на неподвижном конце каната или быть смонтировано в переносной пульт управления.

Крюковые взвешивающие устройства фирмы "Kone" имеют точность измерения  $\pm 0,2\%$  номинальной нагрузки ( $\pm 0,5\%$  для устройств типа CSC), запас прочности по нагрузке 500% (800% для устройств типа CSC) и температурный диапазон работы от  $-20$  до  $+50^\circ\text{C}$ . Во всех взвешивающих устройствах фирмы предусмотрен учет динамической составляющей нагрузки при подъеме груза. По дополнительным требованиям может быть предусмотрена связь с управляющей ЭВМ или регистрирующим устройством; имеется взрывобезопасное исполнение. Питание крюковых взвешивающих устройств возможно как от сети, так и от аккумуляторного блока, обеспечивающего работу в течение 12-30 ч, время подзарядки 8 ч. Дистанционное управление работает на расстояниях до 20-30 м.

Фирма "Tigrip" (ФРГ) выпускает крюковые взвешивающие устройства типа ТКФ, близкие по исполнению к устройствам типа CSA и CSB фирмы "Kone" и имеющие точность измерения  $+0,1\%$  (табл. 2).

Фирма "Tigrip" выпускает также взвешивающие устройства типа ТКД (измерительный крюк). Общий вид устройства типа ТКД показан на фиг. 6. Основные параметры - в табл. 3.

Тип	Диапазон измерения массы груза, кг	Полная высота устройства, мм	Масса, кг
ТКФ1,0	0-1	458	33
ТКФ2,5	0-2,5	491	34
ТКФ4,0	0-4	508	36
ТКФ6,3	0-6,3	662	58
ТКФ10,0	0-10	692	64
ТКФ16,0	0-16	802	94
ТКФ25,0	0-25	1016	155
ТКФ40,0	0-40	1275	180

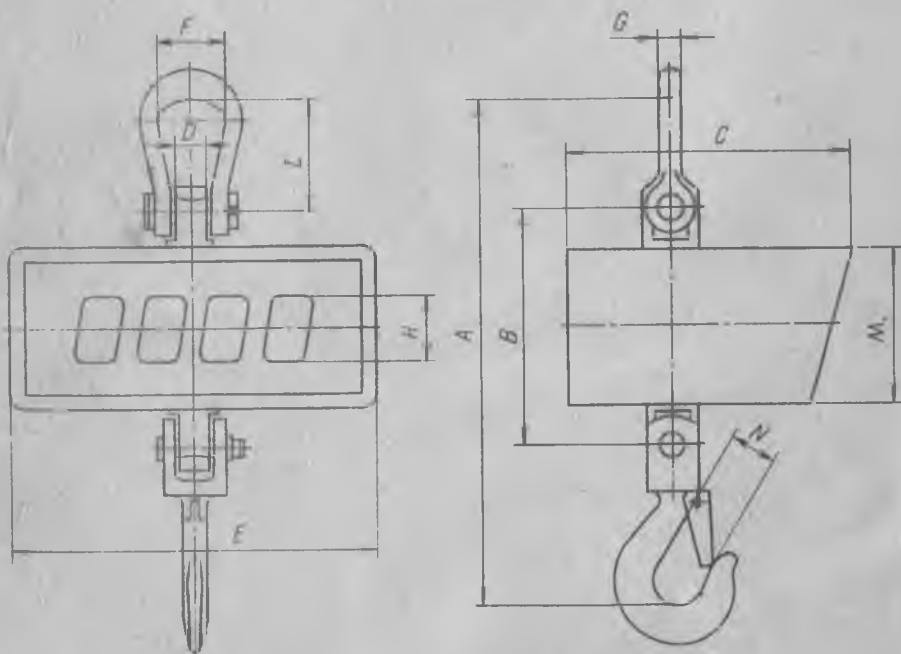


Фиг. 6. Взвешивающее устройство типа измерительный крюк

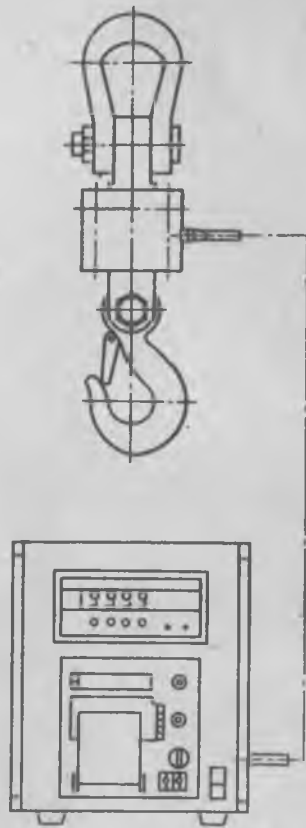
Тип	Диапазон измерений груза, т	Размеры, мм						Масса, кг
		A	B	C	D	E	F	
TKD1,0	0-1	176	97	20	146	38	48	1,3
TKD2,5	0-2,5	220	136	28	180	53	67	2,8
TKD4,0	0-4	269	169	28	209	63	80	5,3
TKD6,3	0-6,3	337	200	38	265	80	98	10
TKD10,0	0-10	415	240	48	323	100	125	21
TKD16,0	0-16	514	305	58	394	125	150	40
TKD20,0	0-20	573	336	68	443	140	175	57
TKD32,0	0-32	760	440	78	580	180	220	112

Точность измерения устройств типа TKD составляет  $\pm 0,25\%$ , температурный диапазон работы от  $-10$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ . Связь с блоком индикации и регистрирующим устройством осуществляется с помощью специального кабеля.

Фирма "Metron" (ФРГ) выпускает крюковые взвешивающие устройства типов EMW с демонстрационным табло (фиг. 7) и EMW-K с выносным блоком индикации (фиг. 8). Основные параметры устройств типа EMW приведены в табл. 4.



Фиг. 7. Взвешивающее устройство типа EMW фирмы "Metron"



Фиг. 8. Взвешивающее устройство типа EMW-K с выносным блоком индикации

Фирма PIAВ (Швеция) выпускает ряд устройств для измерения усилий, возникающих в различных элементах грузоподъемных кранов, например, универсальных динамометров, которые могут использоваться для измерения массы поднимаемого груза. Схема динамометра приведена на фиг. 9, основные параметры - в табл. 5.

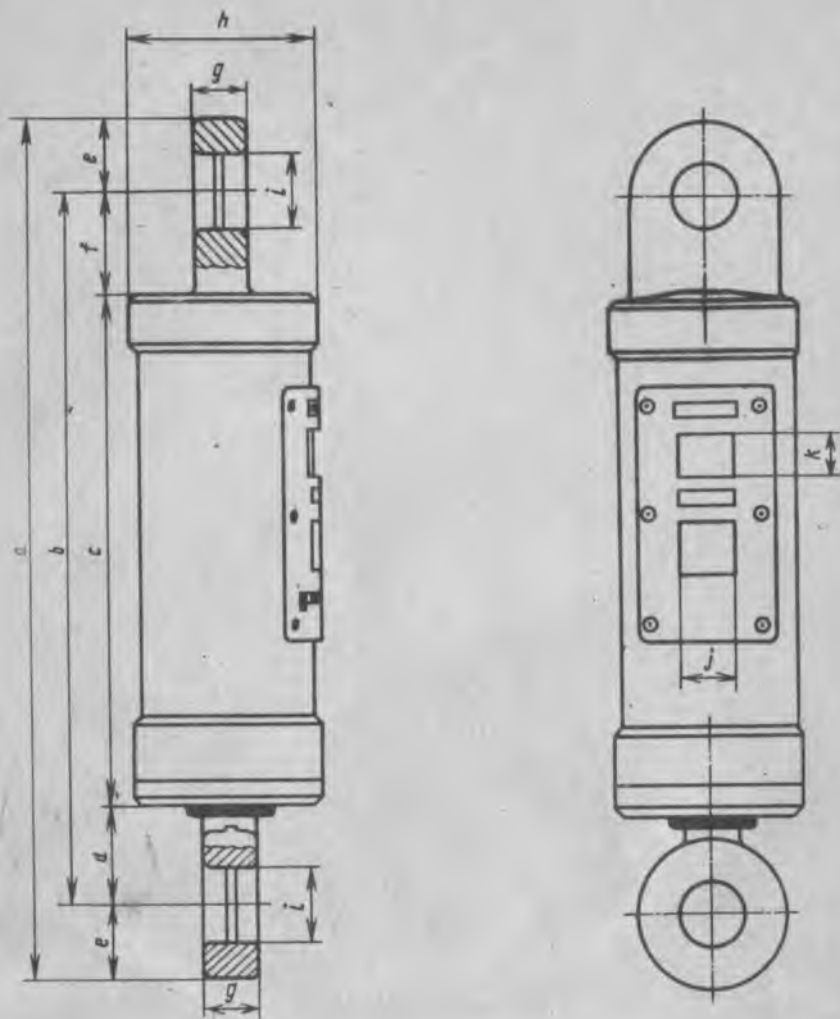
Точность измерений, обеспечиваемая динамометром, составляет  $\pm 0,6\%$ . Динамометр может использоваться как автономное измерительное устройство, так и совместно с дистанционным указателем массы производства той же фирмы. Точность измерения с помощью дистанционного указателя массы составляет  $\pm 1\%$ . Указатель имеет батарейное питание. Масса указателя 3,5 кг. Габаритные размеры 245x165x165 мм.

Таблица 4

Тип	Диапазон измерений массы груза, т	Размеры, мм											Масса, кг
		A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	N	
EMW/1,0	0-1	530	270	370	26	470	48	17	90	90	195	33	59
EMW/1,6	0-1,6	530	270	370	26	470	48	17	90	90	195	33	59
EMW/2,5	0-2,5	590	270	370	32	470	55	21	90	108	195	39	63
EMW/4,0	0-4	670	290	370	40	470	65	27	90	125	195	49	67
EMW/6,0	0-6	740	300	370	52	470	82	34	90	155	195	54	75
EMW/10,0	0-10	870	320	370	65	470	102	42	90	190	195	69	106
EMW/16,0	0-16	1030	350	370	65	470	128	52	90	240	195	88	145
EMW/25,0	0-25	1200	370	370	65	470	155	63	90	290	195	109	198

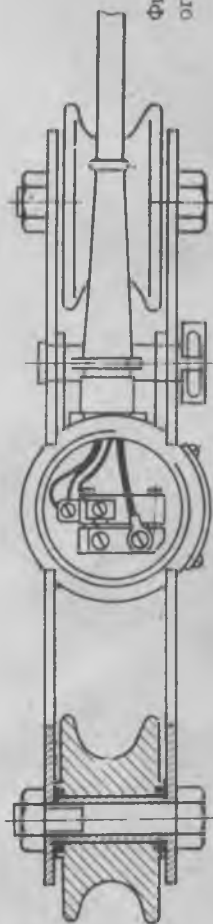
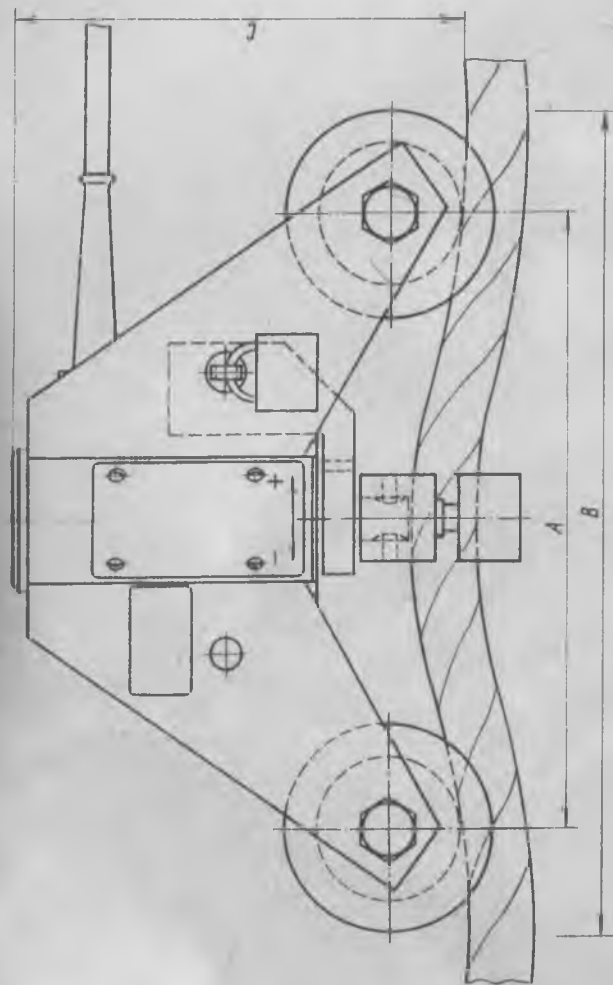
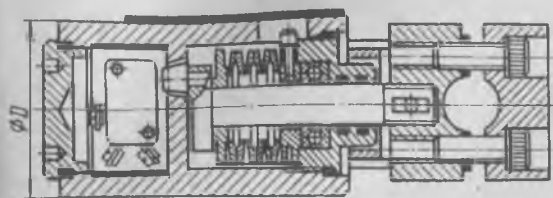
Таблица 5

Тип	Диапазон измерений массы груза, т	Цена деления шкалы, кг	Размеры, мм										Масса, кг	
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j x k		
K	0-0,25	5												
A	0-0,5	10	266	230	165	42	18	23	20	50	17	24x20	1,9	
B	0-1	20												
M	0-2	25												
O	0-3	50	395	327	234	45	34	48	25	86	17	26x20	7,8	
Q	0-5	50	413	329	230	45	42	55	30	122	40	26x20	15	
S	0-10	100	495	385	260	60	55	65	45	149	56	26x20	26,5	
U	0-20	200	675	505	300	102	85	103	70	228	81	65x23	78	
G	0-25	200												
E	0-50	250	831	631	387	123	100	121	95	234	115	65x23	115	



Фиг. 9. Универсальный динамометр фирмы ПИАВ

Заслуживает внимания ряд устройств фирмы ПИАВ для ограничения усилий в канатах при натяжении до 160 кН, имеющих большое значение для обеспечения безопасности работы и повышения надежности грузоподъемных кранов, особенно при автоматизации управления кранами. Точность работы устройства составляет  $\pm 1,5\%$ , его конструкция (фиг. 10) позволяет осуществить монтаж без каких-либо из-



Фиг. 10. Устройство для ограничения усилия натяжения в канате



менений в конструкции крана. Устройство может быть опломбировано, допускается эксплуатация устройства в агрессивной среде и при температуре до +200°C. Основные технические характеристики устройства приведены в табл. 6.

Таблица 6

Тип	Максимальное усилие натяжения, кН	Диаметр каната, мм	Размеры, мм				Масса, кг
			A	B	C	D	
K1	10	5-8; 8-12; 12-16; 16-20	200	268	142	60	5
K2	20						
K4	40						
K8	80	16-20; 20-24; 24-28; 28-32; 32-36	300	403	208	86	12
K12	120						
K16	160	36-40; 40-44	480	600	215	135	22

## ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ КРАНОВ

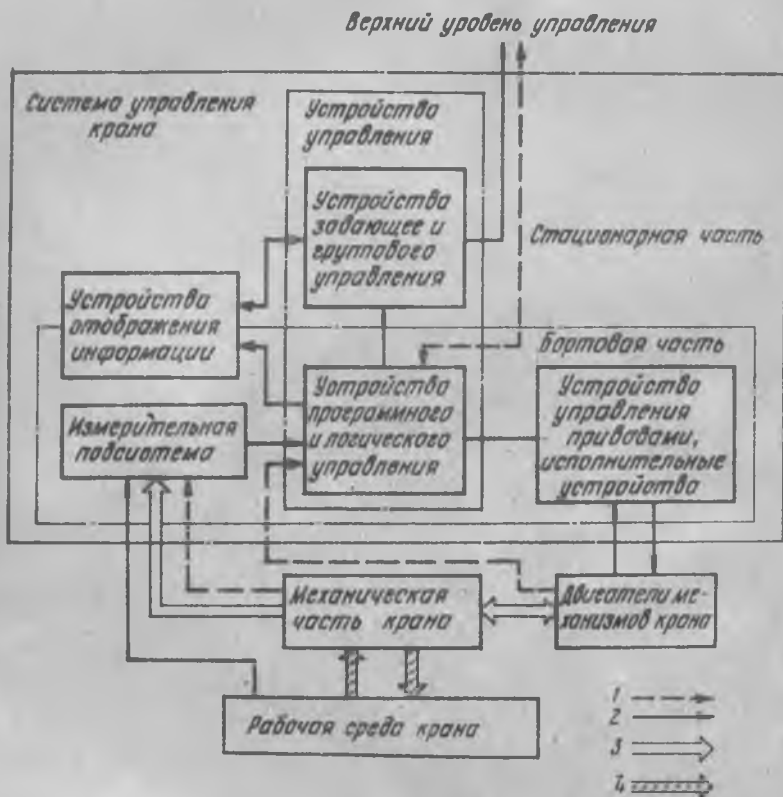
Приведенные примеры автоматизации кранов и транспортно-перегрузочных систем с их использованием, позволяют сделать ряд обобщений, связанных с автоматизацией кранов.

Как объект управления кран можно представить механическим объектом, состоящим из ряда механизмов, объединенных статическими и кинематическими связями и обладающим некоторыми динамическими свойствами. Объект действует в некоторой рабочей среде (обслуживаемом им пространстве), выполняя транспортно-перегрузочный процесс под управлением системы управления крана. При этом, в зависимости от степени автоматизации и сложности реализуемых функций манипулирования, кран может иметь от двух до пяти позиционируемых степеней подвижности.

В процессе управления устройство программного и логического управления воздействует через согласующие устройства на приводы механизмов крана, которые реализуют позиционируемые перемещения грузозахватного устройства в рабочей среде крана. Эти перемещения осуществляются на основании исходной информации о рабочей среде крана и информации, вводимой с задающего устройства о последовательности выполнения операций транспортно-перегрузочного процесса. Перемещения механизмов крана контролируются измери-

тельной подсистемой, основу которой составляют датчики перемещений.

В соответствии с назначением крана, его конструктивными особенностями, конфигурацией и составом рабочей среды, реализуемыми функциями контроля и управления, требованиями к точности позиционирования, может существенно изменяться вид и состав технических средств системы управления, сложность и объем программного обеспечения. Тем не менее основные составные части системы управления и их взаимосвязи можно представить в виде структурной схемы, приведенной на фиг. 11. Согласно этой схеме основными частями системы управления крана являются устройство управления, измерительная подсистема, устройство управления приводами и другими исполнительными устройствами, задающее устройство и устройства отображения информации.



Фиг. 11. Обобщенная структурная схема системы управления крана:

1, 2 - информационные связи; 3 - механические связи; 4 - грузопотоки

В общем случае кран как объект управления не сложен, однако имеется ряд особенностей, которые осложняют решение задач управления им.

Одной из особенностей является то, что кран — подвижная машина, перемещающаяся на значительные расстояния. Источники информации, на основании которой функционирует устройство управления и управляемые им устройства, находятся как на подвижном объекте — кране, так и стационарно (на земле). Для уменьшения длины линии связи с управляющим устройством его целесообразно разделить также на две части: бортовую и стационарную. Такое деление ставит задачу распределения функций контроля и управления между бортовой и стационарной частями системы управления.

С целью минимизации объемов информации при обмене между бортовой и стационарной частями целесообразно распределять функции в соответствии с их иерархией при условии реализации минимума их в бортовой части. В бортовой части управляющего устройства реализуются функции программного управления перемещениями и работой механизмов (включая и оптимизацию разгона и останова приводов), обеспечения безопасности работы крана, сбора информации о работе и диагностической информации. Функции формирования заданий крану (в виде координатной информации), а также остальные из вышперечисленных функций системы управления целесообразно реализовать в стационарной части управляющего устройства.

Имеются особенности позиционирования крана, которые наиболее ярко проявляются при высоких требованиях к точности позиционирования: это более значительные (например, по сравнению с роботами) инерционные массы механизмов и перемещаемых грузов, величины перемещений, отклонения от прямолинейности и горизонтальности пути перемещений, податливость крановой и строительных конструкций, раскачивание грузозахватного устройства при канатной подвеске или его колебания при других конструктивных исполнениях механизма подъема и т. п.

Пути преодоления этих трудностей является введение возможности "пассивного" или "приводного" смещения грузозахватного устройства относительно центра подвеса, сенсорное "ощущение" и использование технического зрения при его наведении.

Еще одна особенность связана с условиями применения кранов. При современном уровне развития технических средств систем управления в качестве бортового управляющего устройства используются микропроцессорные контроллеры и микро-ЭВМ, которые нормально функционируют в отапливаемых капитальных помещениях при температуре окружающего воздуха  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , относительной влажности  $65 \pm 15\%$ , уровнях вибрации с амплитудой 0,1 мм и частотой 25 Гц и при запыленности до  $3 \text{ мг/м}^3$  без содержания вредных примесей. Условия применения кранов, как правило, отличаются от условий эксплуатации микропроцессорных средств. Создание микропроцессор-

ных средств специального исполнения для всей гаммы условий применения кранов не целесообразно на современном уровне развития техники из-за низкой потребности. Следует создавать комфортные условия для всей бортовой части системы управления, включающей и датчики измерительной подсистемы, системы технического зрения, тиристорные и транзисторные устройства управления приводами и т.п.

Для обеспечения комфортных условий для бортовой части устройства управления необходим приборный контейнер, внутри которого выдерживаются требуемые интервалы температуры, влажности, вибрации и запыленности независимо от условий эксплуатации крана. Наиболее сложным является обеспечение требуемого интервала температуры и влажности, так как значения этих же параметров во внешней среде контейнера колеблются в широких пределах (как суточно так и сезонно). Так например, при установке контейнера в кабине крановщика: ночью в зимнее время температура вне контейнера может достигать  $-30^{\circ}\text{C}$ , а днем после прогрева кабины  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Для обеспечения требуемого интервала температур внутри контейнера при таких колебаниях внешней температуры необходимо термостатирование внутриконтейнерного пространства. Причем для предотвращения выпадения росы и инея на управляющем устройстве, а также для сокращения времени запуска системы управления система термостабилизации должна функционировать круглосуточно. Требуемая температура внутри контейнера поддерживается нагревателями и вентиляторами, которые управляются датчиками температуры, настроенными на верхнее и нижнее значения интервала температур.

Более прогрессивное и экономичное решение системы термостабилизации предлагается одной из фирм ФРГ. Вместо резистивных нагревателей предлагаются терморезистивные нагреватели типа РТС с положительным температурным коэффициентом, изготовливаемые из полупроводящей керамической массы. Такие нагреватели обладают свойствами саморегуляции в соответствии с внешней температурой (внутри контейнера) и не требуют датчиков температуры. Нагреватели выпускаются различной мощности от 15 до 350 Вт. Нагреватели типа РТС обладают существенно большей долговечностью за счет непрерывности работы. Их мощность на 50% меньше по сравнению с обычными резистивными нагревателями, что позволяет экономить площадь и уменьшить расходы.

При реализации обмена информации между бортовой и стационарной частями управляющего устройства целесообразно использование стандартизованных интерфейсов микроконтроллеров и микро-ЭВМ, требующих минимального количества линий связи и минимума аппаратных средств. К интерфейсам, отвечающим этим требованиям, можно отнести интерфейсы, используемые в модемах (две линии связи) и радикально-последовательный интерфейс типа RS232 (четыре линии связи).

В качестве физических линий связи используются кабельные и троллейные линии, однако перспективнее применение бесконтактных

линий связи, которые имеют более высокую надежность, за ними не требуется уход, не имеется ограничений на скорость и расстояния перемещения крана, отличаются отсутствием механического шума.

Фирма "Munk" (Швеция) предлагает систему передачи данных для кранов типа Data loop с использованием индуктивного канала связи, которая позволяет обслуживать до 15 кранов по одной линии связи, проложенной на изолированных кронштейнах вдоль крановых рельсов.

Для идентификации сообщений, предназначенных конкретному крану, вводится, так называемый, "ключ". Каждое сообщение о рабочем цикле крана содержит "ключ" опознавания крана, а приемник крана имеет программируемый "опознавательный ключ". Сообщение принимается только краном с идентичным "ключом".

Информация в системе Data loop передается в виде частотно-модулированных посылок длительностью 40 мс. Несущая частота 43008 или 57344 Гц, частота модуляции "0" - 512, "1" - 585 Гц. Максимальная длина петли 800 м. Приемная антенна - ферритовый стержень.

Благодаря использованию элементной базы, выполненной по К-МОП технологии, и размещению устройств в герметичных керамических капсулах, удалось получить температурный диапазон использования устройств от  $-30$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности до 90% без конденсации влаги. Для повышения надежности К-МОП компоненты обжигаются при температуре  $125^{\circ}\text{C}$  в течение 168 ч, монтаж виброзащищенный. Масса кассеты процессора - 2,4 кг, общая масса - 28,5 кг.

\* \*  
\*

В настоящее время в мировой практике краностроения широко осваивается производство кранов мостового типа с автоматизированными системами управления. Наибольшее распространение получают автоматизированные краны, предназначенные для перегрузки однородных штучных грузов (контейнеры, рулоны, листы металла), однородных грузов (грейферные краны), а также для работы в составе автоматизированных производственных комплексов.

При разработке автоматизированных кранов мостового типа широко используется прогрессивный блочно-модульный принцип построения с использованием современной элементной базы, в частности, организован выпуск механизмов и других узлов и систем кранов со встроенными средствами диагностирования, контроля и управления.

В процессе работ по автоматизации кранов необходимо учитывать, что климатические условия использования микропроцессорных средств отличаются от условий эксплуатации кранов. Непременным условием при встраивании кранов в автоматизированные технологические комп-

лексы является использование стандартизированных интерфейсов для связи систем управления кранов между собой и с ЭВМ верхнего уровня.

Автоматизация кранов должна выполняться планомерно и последовательно по мере накопления опыта в этой области. Развитие должно осуществляться поэтапно: от реализации функций по контролю и диагностированию к осуществлению автоматического позиционирования и программного управления кранами. При принятии решения об автоматизации и определении ее уровня необходимо проводить тщательное технико-экономическое обоснование.

## ЛИТЕРАТУРА

Соседов В.И. Автоматизация управления подъемно-транспортными машинами с использованием микропроцессорных средств: Обзор. - М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1985. - 36 с.

Ганновер Х.О. Тенденции развития кранового и грузоподъемного оборудования. Пер. с нем. ВЦП, № И-14621, М., 1984. - 28 с.

Automation im Schwerlastbereich. - Transport und Lager, 1985, Bd. 34, N 718, S. 43.

Rump P. Ferngesteuerter Laufkran erleichtert die Airbus-Montage. - Fördern und Heben, 1985, Bd. 35, N 8, S. 576-578.

CeMAT 85: Krane und Hebezeuge. - Fördern und Heben, 1985, Bd. 35, N 9, S. 666.

Automatische Laufkran für universelle Aufgaben. - Deutsche Hebe- und Fördertechnik, 1985, Bd. 35, N 9, S. 46, 48.

Перспекты и каталоги зарубежных фирм.

---

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

Основные цели и условия автоматизации грузоподъемных кранов .....	2
Автоматизированные краны для перегрузки контейнеров .....	4
Автоматизированные краны в промышленности .....	8
Автоматизированные грейферные краны .....	16
Автоматизированные узлы и системы грузоподъемных кранов .....	19
Датчики для автоматизированных кранов .....	23
Особенности автоматизации кранов .....	34
Литература .....	39

---

Ф. Э. Микушевич, И. М. Моисеев, В. И. Соседов  
ВНИИПТмаш, Москва

Ведущий редактор Г. А. Халаджан  
Редактор Л. В. Московцева  
Технический редактор Е. В. Шевьева  
Корректор Е. Н. Балберова

---

Подп. к печати 13.07.87 Т-14890 Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Ротапринт  
Уч.-изд. л. 2,41 Печ. л. 2,5 Тираж 3150 экз.  
Зак. тип. 68726 Зак. тип. 329 Цена 48 коп.

---

ЦНИИТЭИтяжмаш, 129835, ГСП, Москва, И-90, Троицкая ул., 17

---

УДК 621.874/62-52



Микушевич Ф. Э., Моисеев И. М., Соседов В. И. Автоматизированные краны мостового типа в СССР и за рубежом: Обзор. - М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1987. - 40 с., ил. - (Подъемно-транспортное оборудование. Сер. 6; Вып. 6). - Библиогр.: 7 назв.

Даны примеры автоматизированных кранов мостового типа, получивших широкое распространение за рубежом при перегрузке однородных штучных и гомогенных грузов, а также для работы в составе автоматизированных производственных комплексов. Приведены конструктивные особенности автоматизированных узлов и систем управления кранами. Рассмотрены особенности автоматизации кранов.

6-87-26

---