

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ, ТРАНСПОРТНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ

Морохова Н.А., Перепелкин В.М.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, Россия (600000, Владимир, ул. Горького, д. 87), e-mail: oid@vlsu.ru

Статья посвящена вопросу оценки и анализу имеющихся средств автоматизации подъёмно-транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, а также экономической и практической целесообразности их применения в промышленности. Проведён обзор основных этапов развития механизированных и автоматизированных складов и подъёмно-транспортных машин. Рассмотрены условия применения средств автоматизации в различных сферах промышленного производства. На основании имеющихся методик приведены формулы и примерный расчёт качественных показателей средств автоматизации. Предложенная методика достаточно универсальная и может быть применена на любых объектах, деятельность которых связана с подъёмно-транспортными и погрузочно-разгрузочными работами. Проведён анализ экономической целесообразности применения изученных средств автоматизации на рассматриваемых производственных объектах. Анализ показал, что на настоящий момент применение средств автоматизации наиболее актуально и целесообразно при условии наличия больших грузопотоков.

Ключевые слова: автоматизация, механизация, подъёмно-транспортные работы, грузоподъёмные машины, конвейеризация.

AUTOMATION CARGO HANDLING, TRANSPORT AND STORAGE OPERATIONS

Morokhova N.A., Perepelkin V.M.

FSBE of Higher Vocational Education "Vladimir State University name after Alexander G. and Nicholay G. Stoletovs", Vladimir city, Russia (600000, Vladimir, st. Gorky, 87), e-mail: oid@vlsu.ru

The article focuses on the evaluation and analysis of existing automation equipment hoisting, loading and unloading, as well as economic and practical feasibility of their application in industry. A review of the main stages of development of mechanized and automated warehouses and handling machines. The conditions for the application of automation in various areas of industrial production. On the basis of the available methods, formulas and approximate calculation of quality indicators of automation. The proposed technique is quite versatile and can be used on any objects, activities are associated with handling and loading operations. The analysis of the economic feasibility of the studied automation equipment on the affected production facilities. The analysis showed that at the moment the use of automation is most relevant and appropriate, subject to availability of large flows.

Keywords: automation, mechanization, hoisting and transport work, lifting machines, pipelining.

Введение. На протяжении истории развития общественного производства механизация и автоматизация производственных процессов являлись важнейшими направлениями научно-технического прогресса, наряду с совершенствованием технологии изготовления товаров и технологического оборудования, применением новых материалов, повышением качества продукции, специализацией и кооперацией производства, общественным разделением труда и т.д.

Подъёмно-транспортное оборудование является неотъемлемой частью практически любой схемы механизации любого производственного процесса, в каждой отрасли экономики. Подъёмно-транспортные работы относятся к категории наиболее трудоемких

работ, поэтому везде, где только возможно, надо стремиться автоматизировать этот тяжелый физический труд.

Цель исследования. Обзор основных средств автоматизации, выработка метода оценки качественных показателей автоматизации и оценка экономической и практической целесообразности их применения.

Метод исследования. Тезисы статьи сформулированы на основании анализа научно-технической и учебной литературы по изучаемому вопросу, а также на основании накопленного опыта в рассматриваемой теме. Также применён индуктивный метод – движение мысли от частных суждений к общему выводу.

Автоматизация – это применение комплекса средств (технических средств, экономико-математических методов и систем управления), позволяющих осуществлять производственные процессы частично или без участия человека, но под его контролем. Автоматизация производственных процессов уменьшает численность обслуживающего персонала, повышает надежность и долговечность машин, дает экономию материалов, улучшает условия труда и техники безопасности [2].

Сущность же автоматизации состоит в том, что производственные процессы, в том числе операции основного технологического процесса производства и связанные с ними работы, выполняются без участия человека (или с минимальным участием человека – в зависимости от степени автоматизации операций) автоматическими машинами и механизмами. В промышленности автоматизируются основные технологические процессы производства продукции и связанные с ними работы, как часть комплексной технологии производства. В торговле и на транспорте автоматизируются перегрузочные, комплектующие, сортировочные операции, транспортировка и складирование грузов, формирование транспортных пакетов и т.д.

Многие транспортно-грузовые системы перерабатывают большие грузопотоки, в том числе одинаковых или подобных грузов. Ввиду этого высокой экономической эффективности данных систем можно достичь путём применения автоматизации подъёмно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ, грузоподъёмных механизмов.

Трудоемкость и себестоимость подъёмно-транспортных работ составляет от 10 до 20 % в общей себестоимости промышленной продукции. Поскольку эти работы обычно выполняют на складах прибытия или отправления грузов в транспортно-грузовых системах, автоматизация складских работ, складского оборудования и складов в целом имеет большое значение для повышения эффективности систем доставки грузов [5].

В своем развитии механизированные и автоматизированные склады прошли следующие основные этапы или стадии:

- немеханизированный склад (все перемещения контролируются работниками, в качестве вспомогательного оборудования могут использоваться ручная тележка для перемещения паллет или карусель, доставляющая товары к комплектовщикам. Немеханизированные склады используются для хранения только легкой продукции и небольшого размера);
- механизированный склад (основные перегрузочно-складские операции выполняются с применением машин и механизмов с ручным управлением кнопками или рукоятками. Механизированными системами управляет оператор);
- комплексно (или высоко) механизированный склад (все перегрузочно-складские операции выполняются машинами и механизмами с ручным управлением);
- автоматизированный склад (комплексно механизированный склад, в котором часть перегрузочно-складских операций выполняется автоматическими или полуавтоматическими машинами и механизмами);
- автоматический склад (комплексно механизированный склад, в котором все основные перегрузочно-складские операции выполняются автоматическими машинами и механизмами);
- роботизированный склад (автоматизированный склад, в котором часть перегрузочно-складских операций выполняется перепрограммируемыми средствами робототехники).

В целом автоматизированные склады работают как и традиционные, но за небольшим исключением:

- в зоне хранения, которая обслуживается автоматизированным оборудованием, используются узкие проходы высотой до 40 м для обеспечения высокой плотности хранения материалов и минимизации перемещения оборудования;
- в качестве оборудования для перемещения грузов по складу используются дистанционно управляемые кары, которые получают сигналы управления по проводам, расположенным в полу; также могут использоваться конвейеры, тягачи и другое специализированное оборудование для перемещения грузов;
- применяется оборудование для автоматизированного отбора материалов и их размещения на хранение, в том числе высокоскоростные краны-штабелеры, которые могут достичь любой точки в узких проходах за короткое время;
- установлена система управления складом для учета мест расположения материалов на складе и контроля над всеми их перемещениями.

Системы автоматизации подъемно-транспортных машин в своем развитии также прошли ряд этапов:

- по основной концепции (автоматизация отдельных машин; групп машин; всех машин);

- по техническим средствам (контактная аппаратура; бесконтактная аппаратура; микропроцессоры);
- по функциональным возможностям и гибкости (жесткая автоматизация по заранее разработанным алгоритмам действий; гибкая автоматизация с возможностью обучения и перепрограммирования);
- по способу задания команд автоматическим механизмам (оператором на цифровом пульте, оператором с промежуточным носителем информации – перфолентой, перфокартой; автоматически по каналу связи от ЭВМ);
- по взаимодействию с управляемым производственным процессом переработки грузов на складе: в пакетном режиме – оф-лайн; в реальном масштабе времени – он-лайн. Если команду автоматическим машинам оператор задает на пульте управления, то такое управление называется полуавтоматическим (так как оператор все время участвует в процессе управления машиной), а если вводится по каналу связи от ЭВМ в реальном масштабе времени, то автоматическим.

В последние годы большое внимание уделяется автоматизации грузоподъемных машин, таких, как погрузчики, самоходные стреловые и башенные краны. Для автоматизации процесса управления краном необходимо, прежде всего, автоматизировать отдельные операции, например, процессы разгона и торможения механизмов, регулирования скоростей рабочих движений, остановки механизмов в заданном месте и др. [1]. Отдельные вопросы автоматизации управления уже решены. Так, созданы и работают командоконтроллеры, обеспечивающие включение и разгон механизмов в автоматическом режиме, автоматические устройства безопасности – ограничители грузоподъемности и крайних положений механизмов, противоугонные, грузозахватные устройства и пр. Необходимо отметить, что даже такая частичная автоматизация управления краном обеспечивает увеличение скоростей рабочих движений и за счет этого повышение производительности и срока службы, уменьшение необходимого числа кранов и численности обслуживающего персонала. Автоматизацию производственного процесса применяют и в случаях, когда напряженность производственного ритма настолько велика, что человек контролировать его непосредственно не может.

В ряде случаев применяется программное управление – обеспечение работы машины в автоматическом режиме по заданной программе. Данный способ автоматизации внедряют в тех случаях, когда вследствие наличия, например, вредных газов, пыли, высокой температуры или радиоактивных веществ пребывание человека около машины не допустимо [3]. В этих случаях машиной управляет компьютер. В отдельных случаях применяют более простые способы введения программы при помощи электромеханических выключателей,

действующих поочередно по мере выполнения технологических операций, применяемых для автоматизации работы перегрузочных мостов грейферных кранов, кранов-штабелеров, подвесных конвейеров, лифтов и других ГПМ. Кроме того, без частичной автоматизации невозможно осуществить дистанционное управление кранами.

Полностью автоматизировать работу грузоподъемного крана можно только при полной автоматизации производственного процесса на предприятии, что, в свою очередь, осуществимо лишь при строгой ритмичности работы предприятия, высокой организации рабочих мест и особой четкости производства работ. Очевидно, что наибольший эффект от механизации и автоматизации производственных процессов может быть получен на предприятиях с крупносерийным и массовым выпуском изделий. На предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском изделий автоматизацию осуществляют на основе создания поточных линий для межоперационной передачи, установки и съема деталей от станка к станку (их загрузки и разгрузки), т. е. конвейеризация сборочных работ.

При конвейеризации и при переводе сборки на поток создаются благоприятные условия для максимального использования преимуществ автоматизированного производства.

Многообразие видов собираемых изделий, механизмов и машин, различие организационных форм и технологических процессов сборки влияют на выбор конструкции конвейера. Наиболее распространены на сборке ленточные конвейеры, работающие непрерывно, роликовые и шариковые, работающие периодически, а также пластинчатые, шагающие и подвесные, работающие и непрерывно, и периодически.

Внедрение механизации и автоматизации сборочного процесса заставляет пересматривать имеющиеся конструкции конвейеров и улучшать их. Конвейерные системы классифицируют: по назначению, роду перемещаемых грузов, конфигурации трассы и направлениям грузопотоков, по степени автоматизации (полуавтоматические и автоматические), по типу системы автоматического адресования (с адресоносителями и без них, с адресоносителями механическими, в виде ярлыков или электронной метки).

Тип и конструкция конвейеров зависят от рода и характеристик транспортируемых грузов, назначения конвейерной системы и формы ее трассы.

Применять толкающие конвейеры экономически наиболее целесообразно на транспортно-технологических линиях для совместного и одновременного транспортирования, выполнения технологических операций и складирования самых разнообразных штучных грузов – изделий. Толкающие конвейеры необходимы для объединения в одну автоматизированную систему отдельных, различных по времени транспортных и технологических операций с автоматической передачей грузов без

перегрузки с одной линии на другую и автоматической (по заданной программе) подачи комплектов к сборочной линии.

Некоторые конвейерные системы представляют собой сочетание магистральных накопительных конвейеров и соединяющих их перегрузочных устройств.

Устройства автоматического управления конвейерными системами выполняют следующие основные функции:

- пуск в действие конвейерной системы (все входящие в нее конвейеры и перегрузочные устройства должны включаться в действие в последовательности, обратной направлению грузопотока по конвейерной системы, т.е. начиная с ее конечного конвейера или устройства);
- тестирование технического состояния конвейеров, перегрузочных устройств и САУ;
- автоматическое адресование движения грузов по конвейерной системе;
- опознавание грузов, транспортируемых конвейерной системой;
- аварийное выключение конвейерной системы в случае возникновения нештатных ситуаций;
- счет и взвешивание грузов, проходящих по конвейерной системе (в случае необходимости);
- ведение динамической модели состояния конвейерной системы и отображение его на световом табло (состояние устройств, расположение и движение грузов и т.д.);
- диалог с оператором конвейерной системы;
- обмен информацией между устройствами внутри системы и с АСУ верхнего уровня перегрузочно-складского комплекса или грузового терминала;
- выключение конвейерной системы (конвейеры, механизмы и устройства выключаются в последовательности по ходу грузопотока).

Говоря об автоматизации подъёмного оборудования, стоит отметить, что автоматизация шахтных подъемных установок также является весьма ответственной задачей. Она диктуется соображениями увеличения производительности подъемной установки, а также необходимостью освобождения машинистов от очень напряженного труда. Для автоматизации шахтных подъемных установок и осуществления различного вида защиты и блокировок широко применяют датчики положения подъемных сосудов и различного вспомогательного оборудования: посадочных кулаков, ляд, ограждающих дверей и др., а также датчики, контролирующие загрузку подъемного сосуда. Отметим попутно, что вследствие высокой скорости движения скипов и клетей и жестких требований в отношении пуска и торможения двигателя при самой внимательной работе ошибки оператора не могут быть исключены.

Требования к системам автоматизации шахтных подъемных установок делятся на две группы [4]:

- Обеспечение точного расчетного движения подъемных сосудов в соответствии с тахограммой их движения в шахтном стволе.
- Защита подъемной машины включением предохранительного торможения.

Как показывает обзор, на сегодняшний день автоматизация широко внедряется в подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные работы во всех сферах промышленности. Однако, ввиду разнообразия способов автоматизации, стоит проблема качественной оценки степени автоматизации подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных работ.

Показателем для оценки состояния автоматизации подъемно-транспортных работ на каком-либо погрузочно-разгрузочном участке, складе, станции, железной дороге, на предприятии является уровень автоматизации Y_a .

Уровень автоматизации подъемно-транспортных работ – это отношение количества грузов Q_a , переработанных на рассматриваемом объекте (складе, станции, заводе и т.д.) за некоторый период времени с применением автоматизированного оборудования, к общему количеству грузов (Q), переработанному на том же объекте за тот же период времени, выраженное в процентах:

$$Y_a = \frac{Q_a}{Q} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Например, если на складе с годовым грузопотоком прибытия 20 тыс. т/год выполняется 6 операций с грузами (разгрузка из транспорта прибытия, транспортировка к зоне хранения, установка на места складирования, выдача из зоны хранения, транспортировка на погрузочный участок, погрузка на транспорт отправления), и две из этих операций выполняются автоматическими кранами, то в этом случае уровень автоматизации составит:

$$Y_a = \frac{2 \cdot 20000}{6 \cdot 20000} \times 100\% = 33\% .$$

Выводы

1. Можно говорить о наличии достаточно широкого арсенала методов и средств автоматизации подъемно-транспортных работ и оборудования. Необходимость этого продиктована соображениями повышения таких факторов, как безопасность технологических процессов, повышение производительности и технологичности труда.

2. Автоматизация подъёмно-транспортных работ, отдельных машин, технологических операций в целом может быть экономически целесообразной только при достаточно больших грузопотоках, ввиду, как правило, достаточно высокой стоимости высокотехнологичных систем автоматизированного управления. Поэтому применению автоматизации должно предшествовать серьезное экономическое обоснование в рамках бизнес-плана модернизации или реконструкции существующего объекта.

Список литературы

1. Александров М.П. и др. Грузоподъемные машины: учебник. – М.: Машиностроение, 1986. – 400 с.
2. Капустин, Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2004. – 415 с.
3. Тимофеев А.Ф. Техника безопасности в электролитическом производстве каустической соды и хлора: учебник. – М.: Изд-во «ХИМИЯ», 1976. – 120 с.
4. Щуцкий В.И., Ляхомский А.В. Электрические аппараты и автоматизация горных предприятий: учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 284 с.
5. Транспортно-грузовые системы [Электронный ресурс] // URL: <http://www.tgs-jd.ru> // (дата обращения 18.05.2014).

Рецензенты:

Веселов О. В., д.т.н., профессор кафедры Мехатроника и электронные системы автомобилей ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир.

Христофоров А.И., д.т.н., профессор кафедры Химические технологии ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир.