

**АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ НА УЧАСТКЕ
СОРТИРОВКИ ТОВАРОВ
AUTOMATION OF CONVEYOR LINES AT THE GOODS SORTING SITE**

Мустафаев Э.Н., студент

Поляков С.И., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет

имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

mustafaev_elsun@mail.ru

Mustafaev E.N., Student

Polyakov S.I., CSc (Engineering), Associate Professor

FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies

named after G.F. Morozov»

Voronezh, Russian Federation

Аннотация: В статье рассматривается система управления тремя конвейерами, которая обеспечивает регулирование процесса запуска и включает в себя контролируемую остановку и пуск в направлении противоположном движению груза. Разработаны схемотехнические решения управления конвейерной линией. Для определения причин остановки и неисправностей применяется система управления качеством.

Summary: The article discusses a three-conveyor control system that regulates the start-up process and includes control led stop and start in the direction opposite to the movement of the load. Circuit design solutions for conveyor line control have been developed. A quality management system is used to determine the causes of shutdowns and malfunctions.

Ключевые слова: конвейерная линия, пуск, останов, схемотехнические решения, управление качеством, модернизация, тяговый элемент, скорость, перегрузка двигателя, автоматизация.

Keywords: conveyor line, start, stop, circuit solutions, quality management, modernization, traction element, speed, engine overload, automation.

При управлении сложной конвейерной системой, обслуживающей технологический комплекс, необходимо реализовать систему блокировок и сигнализации для обеспечения безопасной и эффективной работы. Для оперативного контроля состояния конвейеров на пульте управления используется световая мнемосхема. В качестве примера рассматривается трехконвейерная линия, где каждый конвейер приводится в движение асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Схема управления конвейерами показана на рисунке 1.

Система управления для электродвигателей конвейерной линии обеспечивает строгое регулирование процесса запуска, включающее в себя контролируемую остановку и пуск в направлении противоположном движению груза. Это предотвращает возникновение заторов при перегрузке, поскольку каждый следующий конвейер запускается только после того, как предыдущий полностью разгоняет свои грузонесущие элементы. Реализация такой последовательности осуществляется посредством реле скорости, контролирующего работу тяговых механизмов, что гарантирует корректный порядок как запуска, так и остановки системы в соответствии с направлением грузопотока. Кроме того, для обеспечения безопасности и эффективности работы, необходимо внедрить систему, которая при аварийной остановке любого конвейера в цепи автоматически остановит все конвейеры от начального участка до места аварии, в то время как остальная часть системы продолжит функционировать для своевременного опустошения грузонесущих элементов. Особое внимание уделяется мониторингу времени запуска ленточных конвейеров, поскольку задержка в пуске может указывать на возникшие неисправности, связанные с конструктивными, технологическими причинами либо со сбоями в системе управления. Во-первых, система управления должна обеспечивать в этих случаях экстренный останов оборудования. Во-вторых, необходимо автоматическое аварийное отключение не только самого конвейера, но и всех последующих элементов в направлении движения при возникновении следующих проблем; затянувшийся запуск, значительное замедление ленты, обрыв тягового элемента, превышение допустимой скорости, перегрузка двигателя, перегрев подшипников, образование завалов, сход ленты. При этом, ключевым требованием является обеспечение искробезопасности в цепях управления и минимизация количества используемых электрических жил.

Для полного контроля над поточно-транспортной системой необходимо реализовать комплексную систему сигнализации, включающую в себя предупредительные сигналы, информирующие о потенциальных проблемах, аварий-

ные сигналы, оповещающие о критических ситуациях, а также информационные сигналы, отображающие количество работающих конвейеров и другие параметры, необходимые для мониторинга состояния системы [1].

В соответствии с установленными нормами, процесс запуска конвейерной линии происходит в строгой последовательности действий. Первым шагом является активация электродвигателя М1, осуществляемая нажатием на кнопку SB1. В этот момент подключается питание к контактору КМ1, который срабатывает и замыкает линейные контакты КМ1.1, обеспечивая подачу тока к статору асинхронного двигателя М1. Это запускает вращение двигателя и, как следствие, приводит ленту конвейера в движение.

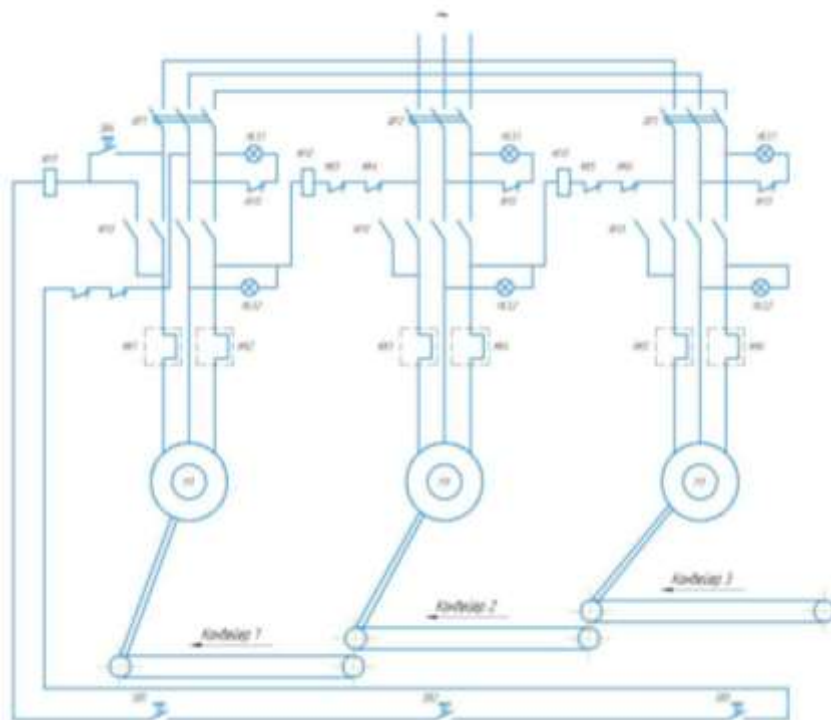


Рисунок 1 – Управление конвейерной линией

В процессе работы конвейера, движение ленты инициирует вращение вала тахогенератора реле скорости KV1. При достижении лентой заданной скорости, реле KV1 активируется, замыкая два своих контакта: KV1.1, шунтирующий контакт КТ1.1, и KV1.2, который передает сигнал управления на следующий конвейер. Реле времени КТ1 контролирует нормальный ход процесса запуска. По истечении заданного времени реле КТ1 деактивируется, размыкая свой контакт КТ1.1 в цепи контактора КМ1. Однако, несмотря на это, контактор КМ1 продолжает получать питание через замкнутый контакт KV1.2.

В случае, если лента конвейера не успевает набрать необходимую скорость в течение установленного времени, происходит следующее: контакт КТ1.1 размыкается прежде, чем успевает замкнуться контакт KV1.1. Это при-

водит к немедленной остановке двигателя М1, поскольку цепь питания контактора КМ1 оказывается разомкнутой.

Замедленный разгон свидетельствует о возможном проскальзывании ленты по приводному барабану, что представляет собой опасный режим работы, несущий риск возгорания ленты. Во избежание подобной ситуации, схема управления оборудована специальной блокировкой, исключающей возможность работы в таком режиме. При успешном завершении процесса запуска первого двигателя М1, инициируется сигнал для запуска двигателя М2 второго конвейера посредством замыкания контакта КV1.2. Получив питание, катушка контактора КМ2 замыкает свои контакты КМ2.1 в цепи статора двигателя М2, приводя его в действие. Процесс контроля запуска второго двигателя осуществляется аналогичным образом.

В настоящий момент конвейерные системы (ленточные и скребковые) оборудованы комплексной системой, включающей датчики для отслеживания схода ленты, её скорости, состояния тяговых элементов, а также систему сигнализации и блокировки, обеспечивающей безопасное взаимодействие составных частей, как самой линии, так и органов управления.

При проектировании грузотранспортирующих линий необходимо изучить алгоритм работы оборудования, особенности его функционирования, применяемых электроприводов, датчиков технологической информации, других технических средств автоматизации, их размещение и способы управления линией.

Необходимо предусмотреть, чтобы каждый отдельный конвейер имел возможность независимой автономной работы, был оснащен достаточным количеством технических средств, таких как датчики нагрузки, скорости вращения или перемещения, контроля провисания ленты или выхода за пределы рабочей зоны, релейно-контактную или бесконтактную аппаратуру управления.

Должен быть выполнен анализ существующего электрооборудования, осуществляющего привод конвейеров. Далее отдельные цепи управления объединяются в общую схему, реализующую комплексную работу линии под управлением выше указанных средств автоматизации, а также промышленного компьютера. Общая схема проверяется на наличие ложных и неверных срабатываний, осуществляется ее корректировка, расчет и выбор требуемого КТС. Первоначальный запуск конвейеров должен осуществляться в направлении обратном грузопотоку во избежание завала. Таким образом, скоординированная работа линии позволит в дальнейшем обеспечить ее оптимальную работу.

Система автоматизации включает управление временем разгона и остановки конвейера до заданных параметров, поочерёдное включение двигателей на конвейерах с двойным приводом с определёнными интервалами, комплекс мер безопасности и аварийных блокировок для бесперебойной и безопасной работы. Для точного определения причин остановки и локализации неисправностей разработана система управления качеством (УКИ), которая автоматически активирует натяжной домкрат при проскальзывании ленты; Устройство УКЛ-1М обеспечивает централизованное управление и контроль линий, оснащено современной микросхемой для диагностики неисправностей. Существует следующая версия АУК-2М.

АУК-1М поддерживает различные режимы управления линией (рисунок 2).

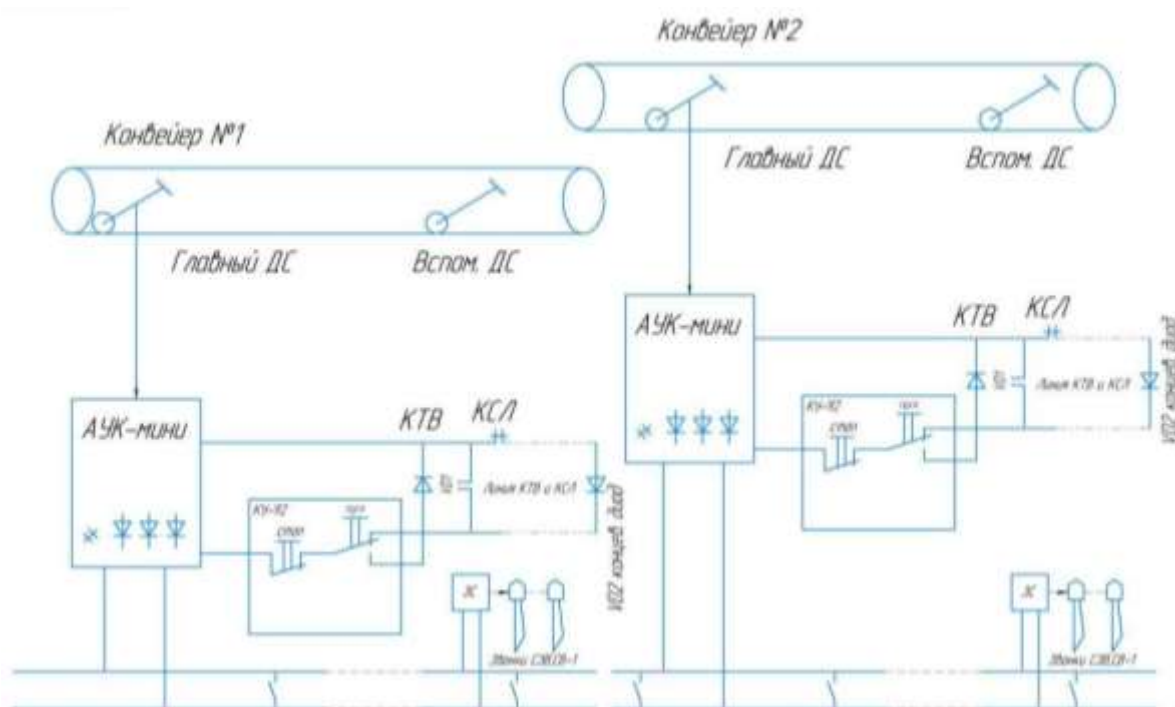


Рисунок 2 – Автоматизированная конвейерная линия

Блок-схема аппаратуры АУК-1М включает: блокировки и деблокировки конвейеров в связке с центральным процессором (ЦПУ) и аппаратурой управления (АУЗУМ), использование реле времени (РВИ-300) для увеличения контролируемого времени запуска конвейера, управление конечными конвейерами с возможностью селективного выбора точки управления, автоматизированные схемы управления с учётом загрузки, работающие в энергосберегающем режиме, с возможностью блокировки через центральную линию или альтернативные варианты.

При проектировании автоматизированных систем для конвейерных линий учитываются специфические условия эксплуатации, оптимальные схемы про-

кладки электрических линий, расположение операторских мест и другие аспекты.

Основные характеристики и возможности аппаратуры АУК после модернизации. Модернизация аппаратуры АУК-1М и разработка специализированного пульта управления ПРЛ обеспечивают значительное улучшение ключевых характеристик конвейерных систем. Модульность и совместимость с существующей инфраструктурой. Блоки и пульт управления могут монтироваться в уже установленные корпуса без изменения схем подключения между ними.

В результате применения аппаратуры АУК достигается улучшение технико-экономических показателей и оптимизируется работа всей системы: независимое включение отдельных конвейеров независимо от работы всей линии, диагностика различных функций работы конвейера; оптимизация выбора технических средств автоматического управления; снижение капитальных затрат на реализацию и внедрение автоматической системы управления конвейерами; уменьшение технологических перерывов в работе линии.

Централизованное управление пульта ПРЛ позволяет эффективно управлять основным направлением конвейера и его ответвлениями (до пяти), обслуживая до 60 конвейеров, анализ и совместимость систем. Рекомендуется использовать однородную аппаратную систему в одной конвейерной линии, но допускается смешанное применение модифицированных и не модифицированных комплексов АУК-1М. Важно обращать внимание на состояние световой индикации, особенно зелёного индикатора в блоках управления. В АУК-1М зелёный индикатор указывает на наличие напряжения питания или исправность электронного датчика при работе конвейера. В не модифицированных комплексах АУК-1М зелёный индикатор сигнализирует об аварийном отключении, вызванном человеком (через КТВ-2 или голые провода). Различие в реакции систем при замыкании на землю проводов 1 и 2 цепей управления. [2]

При эксплуатации конвейерных систем с модернизированной аппаратурой АУК следует тщательно контролировать состояние индикации, особенно зелёного индикатора, для корректной интерпретации текущего состояния системы, при необходимости смешанного использования разных версий АУК-1М важно учитывать различия в функционале и реакции на аварийные ситуации, рекомендуется проводить регулярное техническое обслуживание и обновление программного обеспечения для поддержания высокой надёжности и производительности системы.

В рамках обновления системы автоматического управления (АУ) на этапе модернизации предусмотрена возможность монтажа блоков и пультов без необходимости перекомпоновки электрических соединений, сохраняя их в исходных корпусах. Разработан специализированный пульт ПРЛ для централизованного управления разветвлёнными конвейерными линиями с возможностью включения 5 ответвлений и до 60 отдельных конвейеров. Пульт интегрирован в усовершенствованную систему АУК-1М, обеспечивая;

Значительное снижение энергоёмкости и материалоёмкости благодаря внедрению новых функциональных возможностей, к которым можно отнести независимую друг от друга работу конвейеров.

Особое внимание при анализе состояния системы следует уделять правильной интерпретации сигнала зелёного индикатора в блоке управления: Для АУК-1М (усовершенствованный вариант) горящий зелёный свет указывает на наличие питания или исправность датчиков. В неусовершенствованной версии аналогичный сигнал свидетельствует об аварийном отключении, вызванном человеческим вмешательством (через КТВ-2 или голые провода).

Кроме того, различается реакция систем на замыкание цепей 1 и 2 на землю; АУК-2М обладает схожим функционалом с усовершенствованным комплексом АУК-1М по назначению и поставке; Этот подход к модернизации существенно повышает эффективность управления конвейерами, снижая затраты на обслуживание и эксплуатацию.

Технический прогресс комплекса АУК-2М заключается в значительно расширенном функционале по сравнению с усовершенствованным АУК-1М, что включает изменение основных технических показателей и характеристик работы оборудования: использование различного рода блокировок и защитных цепей в случае сбоев в работе исполнительной аппаратуры привода конвейеров; экстренный останов конвейера по причине технологической ошибки в работе оборудования; плавный (щадящий) пуск конвейера, обеспечивающий снижение перегрузки силовых электроприводов; подача звуковой и световой сигнализации в случае возникновения ненормального режима работы оборудования; автоматическое и автоматизированное управление работой конвейеров с использованием датчиков технологической информации.

Сохранение концепции автоматизированного управления, концепция автоматизации в АУК-2М осталась на уровне АУК-1М, что обеспечивает совместимость и преемственность в управлении.

Схема автоматизации конвейеров представлена на рисунке 3.



– различных способов управления работой конвейеров, учитывающих текущее состояние транспортной линии, размещение товаров и изделий на ленте, нагрузку электродвигателей;

– работы конвейерной линии в одном из режимов управления: местном ручном, дистанционном ручном и(или) автоматическом;

– обеспечения безаварийной эксплуатации технологического оборудования за счет реализации повышенного уровня управления и автоматизации;

– эффективного управления за счет адаптации к существующему технологическому оборудованию.

Комплекс УКЛ предназначен для гибкого управления конвейерными линиями как по месту, так и с центрального сервера.

Комплекс реализует умный запуск конвейерной линии, предотвращая завалы перегрузочных пунктов за счет последовательного включения конвейеров против потока груза и контроля скорости принимающего конвейера. Предусмотрены различные способы остановки: оперативный (по команде оператора, персонала или датчиков), аварийный (при низкой скорости ленты и защитных отключениях) и экстренный (с мгновенным торможением при защитных отключениях), а также возможность остановки конвейерной линии (или её части) по сигналам от оператора или технологических датчиков.

Комплекс позволяет устанавливать настраиваемую задержку времени остановки конвейера при срабатывании датчиков завала или схода ленты и отслеживает номинальную скорость ленты в заданном диапазоне. Он обеспечивает сигнализацию на пультах управления, включая диагностику пульта и последовательное включение двигателей многодвигательного привода. Комплекс гарантирует работоспособность системы управления при сопротивлении утечки в линиях связи до определенного значения и обеспечивает двух стороннюю телефонную связь с селективным вызовом между оператором и пунктами установки блоков управления конвейерами и звуковыми сигнализаторами.

На рисунке 4 изображена программная работа конвейеров.[3].

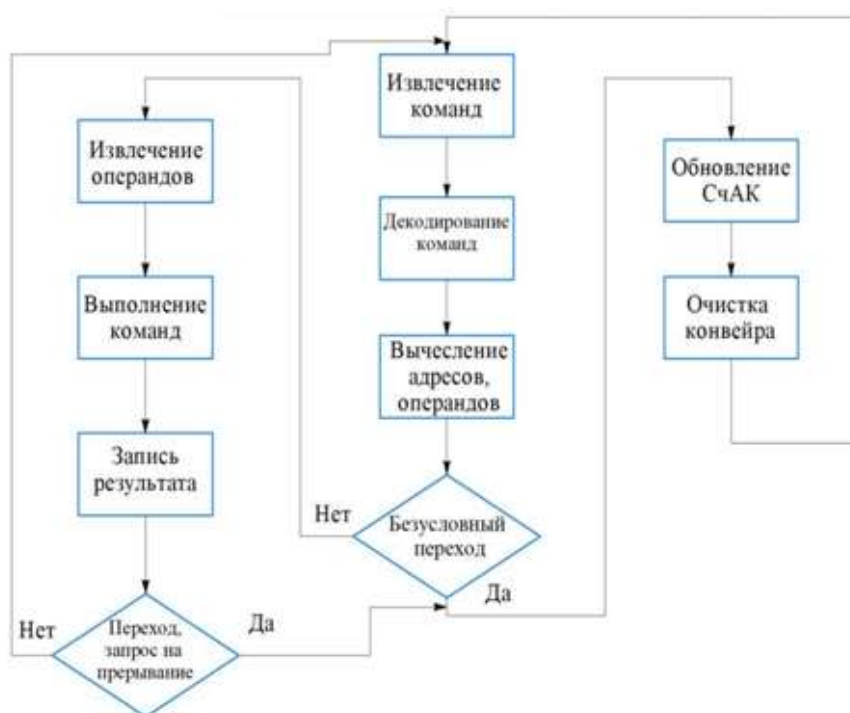


Рисунок 4 – Структурная схема алгоритма управления конвейером

В заключении отметим, в работе была рассмотрена система управления конвейерной линией на участке сортировки товаров, отличающаяся выбором модернизированной аппаратуры АУК-1М и АУК-2М.

Исходя из полученной информации можно сделать вывод, что данная автоматизированная конвейерная линия может существенно снизить затраты на электроэнергию и повысить качество процесса сортировки продукции.

Список литературы

1. Злотников, Е. Г. Автоматизированные сортировочные вертикальные транспортно-распределительные системы / Е. Г. Злотников. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2012. – № 5 (40). – С. 23-25.– URL: <https://moluch.ru/archive/40/4843/>(дата обращения: 24.03.2025).
2. Шляйхер, М. Техника автоматического регулирования для практиков / М. Шляйхер. –М.: JUMO, 2006. – 273 с.
3. Алгоритм точного перемещения грузов на физической модели сортировочного транспортера /Н.Д. Сарбасова, А.Д. Умурзакова, А.С. Гирник, С.Н.Кладиев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335, № 4. – С. 139-147.

References

1. Zlotnikov, E. G. Automated vertical sorting transport and distribution systems / E. G. Zlotnikov. – Text: direct // Young scientist. – 2012. – № 5 (40). – Pp. 23-25. – URL: <https://moluch.ru/archive/40/4843/>(accessed: 03/24/2025).
2. Schleicher, M. Automatic control technology for practitioners / M. Schleicher. - M.: JUMO, 2006. – 273 p.
3. An algorithm for the precise movement of goods on a physical model of a sorting conveyor / N.D. Sarbasova, A.D. Umurzakova, A.S. Girnik, S.N. Kladiev // Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering. - 2024. – Vol. 335, No. 4. – Pp. 139-147.