

УДК 621.867

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УСКОРЕННОГО ЗАПУСКА
КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ**

Синельников К.Д., студент гр. ЭАм-241, II курс
Научный руководитель: Захарова А.Г., д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Ленточные конвейеры являются одним из наиболее производительных типов машин непрерывного транспорта, составляя основу технологических процессов в горнодобывающей, металлургической и строительной отраслях. Способность перемещать большие объёмы сыпучих материалов на значительные расстояния с относительно низкими энергетическими затратами обуславливает широкое распространение конвейерного транспорта и интеграцию оборудования в линии большой протяжённости. По мере роста уровня конвейеризации промышленных предприятий и освоения новых месторождений требования к надёжности и эффективности транспортных систем возрастают. Особую значимость приобретает качество управления переходными режимами, в частности процессами пуска и останова, поскольку именно в периоды возникновения пиковых динамических нагрузок создаются условия для ускоренного износа механизмов и развития аварийных ситуаций [1].

Наиболее распространённым техническим решением, направленным на снижение указанных рисков, является применение систем последовательного пуска, обеспечивающих поэтапное включение приводов отдельных конвейеров в заданной логической последовательности. Выделяют два базовых способа: пуск по направлению грузопотока, предпочтительный для порожней линии, и пуск против направления грузопотока, обязательный при наличии груза на ленте. Однако последовательный запуск с фиксированными временными интервалами, рассчитанными на наихудший случай, не является рациональным, поскольку не учитывает фактическую загрузку каждого участка. В условиях переменного грузопотока данный подход приводит либо к необоснованному увеличению времени пуска, либо к риску возникновения завалов перегрузочных узлов [2].

Целью настоящей работы выступает разработка автоматической системы ускоренного пуска конвейерной линии, основанной на анализе данных датчиков веса, для повышения эффективности запуска и сокращения времени выхода на номинальную производительность. Достижение поставленной цели обеспечивается реализацией алгоритмов адаптивного последовательного пуска, в которых моменты включения и режимы работы отдельных конвейеров определяются не только фиксированными временными задержками, но и фактической загрузкой, измеряемой конвейерными весами.

Иерархическая структура системы включает три основных уровня. Нижний (полевой) уровень образован контрольно-измерительными приборами и исполнительными механизмами, непосредственно установленными на конвейерной линии. Данный уровень обеспечивает непрерывное измерение технологических параметров, формирование дискретных и аналоговых сигналов, а также реализацию команд управления, поступающих от вышестоящих уровней. Средний уровень системы образуют программируемый логический контроллер и устройства связи, обеспечивающие обработку информации, реализацию алгоритмов управления и обмен данными между полевым и верхним уровнями. Верхний уровень включает диспетчерский пункт, предназначенный для организации человеко-машинного интерфейса, визуализации технологического процесса и ведения архивной информации. Связь между уровнями реализуется по промышленным сетевым протоколам [3].

Структурная схема автоматической системы последовательного пуска конвейерной линии представлена на рисунке 1.

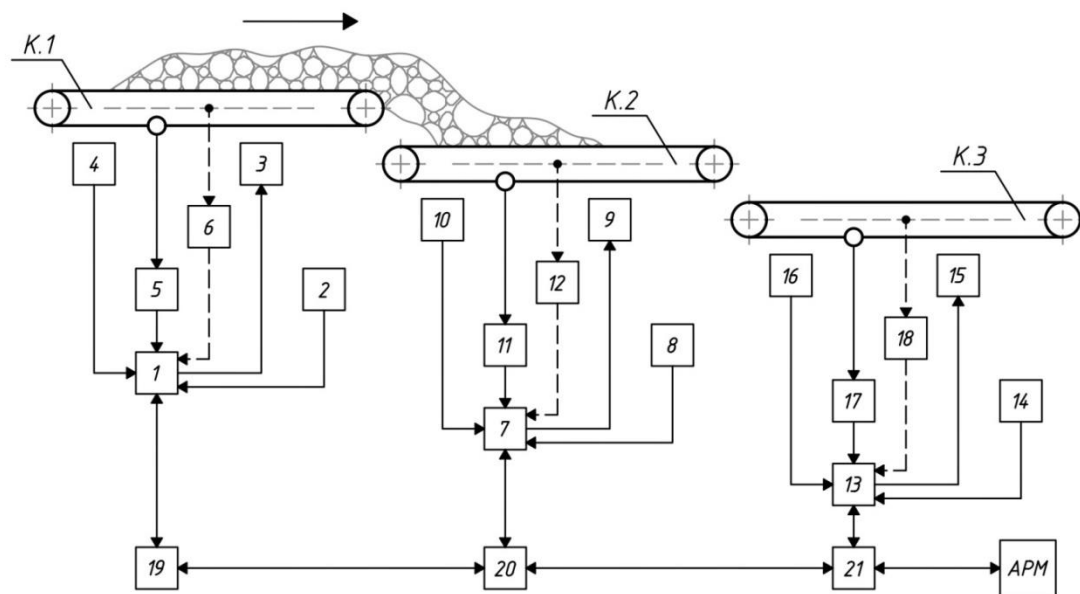


Рисунок 1 – Структурная схема автоматической системы последовательного пуска конвейерной линии

Система содержит следующие компоненты: программируемые логические контроллеры 1, 7 и 13, предназначенные для обработки сигналов от измерительных и контрольных датчиков и формирования команд управления приводами 3, 9 и 15 конвейеров; шкафы управления 2, 8 и 14; датчики 4, 10 и 16, фиксирующие наличие грузопотока и выполняющие функции конвейерных весов; датчики скорости 5, 11 и 17; блоки защитной автоматики 6, 12 и 18; коммутирующие устройства 19, 20 и 21, служащие для обмена информацией между программируемыми логическими контроллерами и автоматизированным рабочим местом.

Принцип работы рассматриваемой автоматической системы заключается в следующем. Управление включением конвейерной линии начинается с подачи диспетчером сигнала «Пуск» с автоматизированного рабочего места или шкафа управления 2, 8 или 14. До начала запуска производится опрос блоков защитной автоматики 6, 12 и 18 по всей трассе, в состав которых входят устройства аварийного тросового отключения, датчики заштыбовки, контроля температуры и схода ленты. Одновременно осуществляется диагностика программы управления на предмет наличия программных сбоев и аппаратных неисправностей.

Логика автоматизированного пуска конвейерной линии реализуется по принципу адаптации к реальному состоянию грузопотока вдоль всей трассы транспортирования. Алгоритм управления учитывает фактическое распределение материала на каждом участке и в режиме реального времени корректирует моменты включения подающих конвейеров. Разрешающим условием для запуска очередного конвейера служит сигнал от датчика, контролирующего отсутствие материала на соответствующем принимающем конвейере.

Пуск участка линии против направления движения груза осуществляется последовательно, начиная с хвостового конвейера. После успешной проверки цепей защитной автоматики управляющий сигнал от ПЛК подаётся на приводной модуль, инициирующий запуск конвейера К.3. По истечении выдержки 5-6 секунд, контроллер опрашивает датчик наличия материала и анализирует информацию от датчика скорости, подтверждающую установление устойчивого движения ленты. При отсутствии признаков нормального пуска или при несрабатывании привода формируется команда на аварийный останов всей линии с регистрацией причины отказа в памяти контроллера. Повторный запуск становится возможен только после устранения неисправности и подачи команды «Сброс». Далее, при отсутствии груза в зоне загрузки следующего конвейера, ПЛК генерирует сигнал на пуск привода конвейера К.2 через промежуточный блок управления. По аналогичной схеме производится включение последующих конвейеров до достижения номинальной производительности линии. Останов конвейерной линии осуществляется в ручном режиме через местные шкафы управления (2, 8, 14) либо дистанционно с автоматизированного рабочего места диспетчера.

Необходимо отметить, что для предотвращения завала принимающего конвейера при запуске линии или участка по направлению грузового потока датчики наличия материала на каждом конвейере устанавливаются на некотором расстоянии от хвостовой части конвейера. Данное расстояние выбирается таким, чтобы время прохождения материала от места установки датчика наличия от начала запуска незагруженного принимающего конвейера до начала подачи на него материала, было заведомо больше максимального времени разгона данного конвейера. При этом незагруженный конвейер должен успеть разогнаться до номинальной скорости, прежде чем на него начнет поступать материал с предыдущего конвейера (при условии нормального запуска) [4].

Таким образом, реализация предложенных алгоритмов адаптивного управления пуском, основанных на анализе фактической загрузки конвейеров, позволяет рационализировать длительность переходных процессов и повысить общую эффективность и надежность работы конвейерного транспорта.

Список литературы:

1. Дмитриев, В. Г. Основы теории ленточных конвейеров / В. Г. Дмитриев, А. П. Вержанский. – Москва : Горная книга, 2017. – 576 с. : ил., табл., схем. – (Горное машиностроение). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=693239> (дата обращения: 15.03.2026). – ISBN 978-5-98672-457-7. – Текст : электронный.
2. Проектирование и конструирование ленточных конвейеров : учебное пособие : [16+]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 300 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726030> (дата обращения: 15.03.2026). – ISBN 978-5-9729-2261-1. – Текст : электронный.
3. Галкин, В. И. Современные ленточные конвейеры. Том 1 : справоч-ник / В. И. Галкин. – Москва : Горная книга, 2024 – Том 1 – 2024. – 320 с. – ISBN 978-5-98672-576-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/487739> (дата обращения: 15.03.2026). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Жабин, А. Б. Ленточные конвейеры : теория и расчет : учебник : [16+] / А. Б. Жабин, А. В. Поляков, А. В. Поляков. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 328 с. : ил., табл. – (Горное машиностроение). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726007> (дата обращения: 15.03.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-2681-7. – Текст : электронный.