

УДК 622.647.21:658.562.5

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПРОДОЛЬНОГО ПОРЫВА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ

Е. А. ТЮНИН, студент (КузГТУ)

Научный руководитель А. Г. ЗАХАРОВА, д.т.н., профессор (КузГТУ)
Г. Кемерово

Конвейерные ленты являются ключевым элементом транспортных систем в горнодобывающей, металлургической, химической и других отраслях промышленности. Надежность работы конвейерных лент напрямую влияет на эффективность производственных процессов. Одним из наиболее распространённых видов повреждений является продольный порыв ленты – разрыв вдоль её длины, который приводит к остановке конвейера, снижению производительности и увеличению затрат на ремонт.

Проблема продольных порывов конвейерных лент изучается с середины XX века. В работах [1,2] рассматриваются основные факторы, влияющие на прочность ленты: качество материалов (ткань корда, резиновое покрытие), условия эксплуатации (нагрузки, температура), а также конструктивные особенности.

Современные исследования [3,4] акцентируют внимание на динамических нагрузках и усталостных процессах в корде ленты как главном источнике возникновения микротрещин и последующего разрыва. Важную роль играет также качество стыковочных соединений (стыков), которые часто становятся очагами концентрации напряжений.

Причины продольного порыва:

- механические нагрузки – основной причиной продольного порыва является превышение прочностных характеристик корда под воздействием растягивающих усилий. При перегрузках или резких динамических воздействиях (например, при попадании инородных предметов) возникают локальные напряжения, приводящие к разрушению волокон корда;
- усталостные процессы – многократное циклическое нагружение вызывает накопление микротрещин в материале корда. Со временем эти трещины объединяются и приводят к образованию макроскопического разрыва;
- дефекты производства и монтажа – некачественное изготовление корда (неравномерное натяжение нитей), дефекты резинового покрытия или ошибки при стыковке ленты способствуют концентрации напряжений и ускоряют развитие повреждений;
- влияние окружающей среды – высокие температуры, агрессивные химические среды и ультрафиолетовое излучение могут ухудшать свойства резинового покрытия и снижать адгезию между слоями ленты.

Разрыв обычно начинается с микротрещин в корде или в зоне стыка. Под действием нагрузок трещины распространяются вдоль волокон корда до тех пор, пока не происходит полный разрыв.

Важным фактором является распределение напряжений по ширине ленты: неравномерность приводит к локальным перегрузкам. Также значительную роль играет взаимодействие между слоями — плохая адгезия способствует расслоению и снижает общую прочность конструкции.

Методы диагностики повреждений включают визуальный осмотр, ультразвуковое тестирование, термографию, использование сенсорных систем для мониторинга состояния ленты в реальном времени, измерение ширины ленты, электромагнитное взаимодействие, компьютерное зрение, оптика и звук, инфракрасное, лазерное излучение.

Целью данной работы является создание автоматизированной системы контроля продольного порыва конвейерной ленты, основанной на использовании специального комплекса технических средств. За основу принято устройство [5] для непрерывного мониторинга состояния конвейерных лент, задачей которого является своевременное обнаружение повреждений с целью предотвращения аварийных ситуаций и повышения эффективности работы конвейерного оборудования. На рисунке 1 представлена структурная схема устройства.

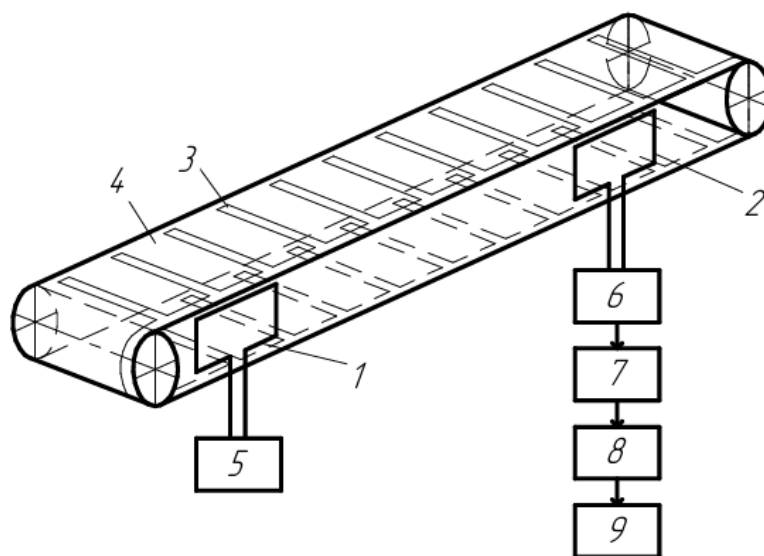


Рисунок 1 – Структурная схема устройства для контроля продольного порыва конвейерной ленты

В конструкцию входит передатчик сигнала 1 и приемник 2, выполненные в форме распаянных антенн. Внутри конвейерной ленты 4 размещается проводник особой петлевой структуры 3. Работа системы обеспечивается генератором гармонических колебаний 5, а обработка сигнала осуществляется через

сигнализирующий блок, включающий усилитель 6, выпрямитель 7 и компаратор 8. Управление процессом останова конвейера осуществляется исполнительным механизмом 9.

Функционирование устройства происходит следующим образом: проводник в виде параллельных петель укладывается внутрь конвейерной ленты. При подаче сигнала от генератора через передатчик создается электромагнитное поле. В целостной ленте возникает индуцированный ток, который регистрируется приемником.

Рабочий процесс можно разделить на два основных режима:

При сохранении целостности ленты:

- В проводниковом контуре непрерывно циркулирует переменный ток;
- Формируется стабильный сигнал высокого уровня;
- Конвейер функционирует в штатном режиме.

При возникновении порыва ленты:

- Нарушается целостность проводникового контура;
- Происходит исчезновение регистрируемого сигнала;
- Компаратор формирует нулевой сигнал;
- Исполнительный механизм автоматически останавливает привод.

Основные преимущества данной системы контроля заключаются в следующем:

- Осуществляется непрерывный мониторинг состояния конвейерной ленты;
- Достигается высокая чувствительность к любым повреждениям;
- Обеспечивается существенно сниженное энергопотребление;
- Реализовано автоматическое отключение при обнаружении порыва;
- Увеличивается срок службы конвейерного оборудования;
- Сокращаются затраты на замену конвейерных лент.

Благодаря комплексному подходу к контролю целостности конвейерных лент, система значительно повышает безопасность производственного процесса и эффективность эксплуатации конвейерного оборудования.

Дальнейшая модернизация данной системы контроля продольного порыва конвейерной ленты предполагает комплексное обновление всех её компонентов. В первую очередь планируется провести цифровизацию оборудования путём внедрения дополнительных датчиков для мониторинга натяжения ленты, установки акселерометров для отслеживания вибрационных нагрузок и добавления температурных сенсоров для контроля перегрева механизмов. Параллельно с этим предполагается обновить электронную базу системы, заменив устаревшие аналоговые компоненты на современные цифровые аналоги.

Конструктивные улучшения будут направлены на повышение надёжности механических элементов. Планируется использовать более прочные материалы для проводника, разработать защитные кожухи для электроники и создать модульную конструкцию для упрощения обслуживания. Монтажная

часть системы также будет усовершенствована благодаря разработке быстроразъемных креплений, внедрению стандартизированных узлов и созданию универсальных монтажных комплектов.

Расширение функционала системы предусматривает интеграцию с SCADA-системами, внедрение удаленного мониторинга и создание системы уведомлений о неисправностях. Дополнительно планируется добавить контроль износа ленты, систему определения её смещения и мониторинг уровня загрязнения.

Экономическая эффективность модернизации будет достигнута за счёт оптимизации затрат на материалы и компоненты при сохранении высокого качества. Повышение эффективности эксплуатации выразится в увеличении срока службы оборудования, снижении затрат на обслуживание и минимизации производственных простоев.

Реализация всех предложенных усовершенствований позволит создать современную, надёжную и экономичную систему контроля конвейерных лент, способную адаптироваться к различным условиям эксплуатации и отвечать самым строгим производственным требованиям.

Список литературы:

1. Атакулов Л.Н., Тошов Ж.Б., Каххаров С.К., Хайдаров Ш.Б. Метод обнаружения обрыва резинотроссовых лент в местах их стыковки// горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. - №3. – С.61-65.
2. Атакулов Л.Н., Полвонов Н.О., Каюмов У.Э. Обзор и анализ диагностики определения дефектов конвейерной ленты // Universum: технические науки: электронный научный журнал. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13045> (дата обращения: 05.02.2026). – Текст: электронный.
3. Пястолов, А. А. Важность контроля продольного разрыва ленты конвейера / А. А. Пястолов. — Текст: непосредственный // Контроль продольного разрыва конвейерной ленты. — URL: <https://teko-com.ru/belyeknigi/vazhnost-kontrolya-prodolnogo-razryva-lenty-konvejera.html> (дата обращения: 26.02.2026). – Текст: электронный.
4. Кожушко Г.Г., Семенов Д.Ю., Ямпольский Д.А., Определение характеристик повреждений конвейерной ленты (вторая задача вибродиагностики). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-harakteristik-povrezhdeniy-konveyerno-y-lenty-vtoraya-zadacha-vibrodiagnostiki> (дата обращения: 23.02.2026). – Текст: электронный.
5. Патент 1588658. Союз Советских Социалистических Республик, МПК В65G 43/02. Устройство для контроля продольного порыва конвейерной ленты: № 4433306/25-03: заявл. 05.04.1998: опубл. 30.08.1990 / В. Д. Саблин, М. П. Ганин, В. С. Лисовский, В. П. Панченко, И. П. Надсадный, В. И. Шелепов. – 2 с.

Информация об авторах:

Тюнин Егор Анатольевич, студент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, tyunin-e@mail.ru

Захарова Алла Геннадьевна, д.т.н., профессор, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, zaharovaag@kuzstu.ru