

## Научная статья

УДК 622.271.4:622.684

DOI: 10.26730/1816-4528-2023-1-11-17

Захаров Александр Юрьевич, Григорьев Александр Васильевич, Захарова Алла Геннадьевна,  
Лобур Ирина Анатольевна\*, Шаулева Надежда Михайловна

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

\*E-mail: loburia@kuzstu.ru

## ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ПОРЫВА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ С МИНИМАЛЬНЫМ ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ



### Информация о статье

Поступила:

28 сентября 2022 г.

Одобрена после

рецензирования:

01 декабря 2022 г.

Принята к печати:

15 февраля 2023 г.

Опубликована:

09 марта 2023 г.

### Ключевые слова:

ленточные конвейеры; продольный порыв; устройство обнаружения продольного порыва конвейерной ленты; автоматизированная система обнаружения продольного порыва конвейерной ленты; геркон; датчик Виганда.

### Аннотация.

Показано, что продольный порыв конвейерной ленты, эксплуатируемой в условиях угольной шахты, приводит к значительным экономическим затратам. Наиболее перспективным направлением решения проблемы обнаружения продольного порыва можно считать передачу энергии по поперечному сечению конвейерной ленты в виде электромагнитных полей. Однако для шахтных условий (действие электромагнитных полей различного назначения) для повышения надежности срабатывания устройства предлагается передатчик и источник питания располагать в конвейерной ленте.

Источник питания и передатчик соединяются проводами, проходящими поперек ленты. На ставе конвейера в определенных местах устанавливаются приемники. В случае целостности соединительных проводов постоянный магнит, установленный на ставе конвейера, включает геркон, передатчик посылает сигнал на приемник, находящейся также на ставе конвейера, который принимает этот сигнал, далее логический блок обрабатывает информацию. В случае продольного порыва конвейерной ленты соединительные провода обрываются, и передатчик не посылает сигнал, логический блок формирует команду для отключения конвейера.

Представлены структурная схема предлагаемого устройства обнаружения продольного порыва ленты, схема расположения передатчиков и приемников на ленточном конвейере, структурные схемы различных вариантов устройств обнаружения продольного разрыва ленты: с двумя герконами; с одним герконом и с датчиком Виганда. Сформулированы требования к передатчику и приемнику и направления дальнейших исследований.

**Для цитирования:** Захаров А.Ю., Григорьев А.В., Захарова А.Г., Лобур И.А., Шаулева Н.М. Формирование структурной схемы устройства обнаружения продольного порыва конвейерной ленты с минимальным влиянием электромагнитных помех // Горное оборудование и электромеханика. 2023. № 1 (165). С. 11-17. DOI: 10.26730/1816-4528-2023-1-11-17

### Введение

Ленточные конвейеры достаточно широко используются для транспортирования сыпучих грузов, особенно в шахтных условиях. Для современных шахт свойственны существенное увеличение грузопотоков и замена вертикальных подъемных установок на наклонные стволы, оснащенные ленточными конвейерами, причем ширина ленты может достигать до 1600 мм. Продольный порыв такой ленты вызывает значительные экономические

затраты, связанные с ремонтом или заменой конвейерной ленты и простоем основного шахтного оборудования.

На основе обзора существующих устройств обнаружения продольного порыва конвейерных лент (УОПП) [1, 2], можно выделить следующие направления конструктивных решений:

– применение поперечного скребка на поперечной ветви конвейерной ленты [3];

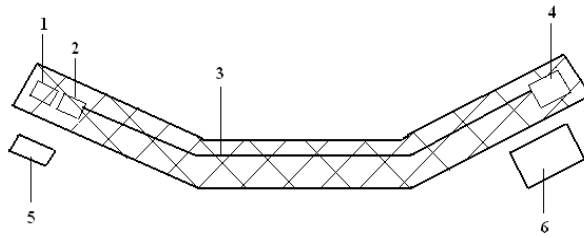


Рис. 1. Структурная схема предлагаемого устройства обнаружения продольного порыва конвейерной ленты: 1 – геркон; 2 – элемент питания; 3 – соединительные (контрольные) провода; 4 – передатчик; 5 – постоянный магнит; 6 – приемник

Fig. 1. Structural scheme of the device to detect longitudinal tear on conveyor belts: 1 – reed switch; 2 – battery; 3 – connecting (control) wires; 4 – transmitter; 5 – permanent magnet; 6 – receiver

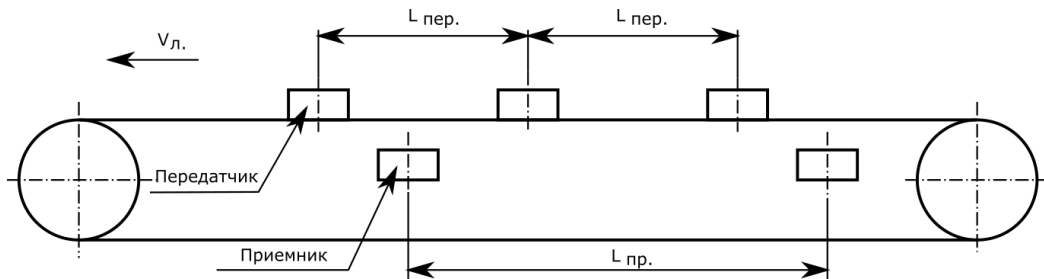


Рис. 2. Упрощенная схема расположения передатчиков и приемников на ленточном конвейере

Fig. 2. Simplified transmitters and receivers layout scheme on the conveyor belt

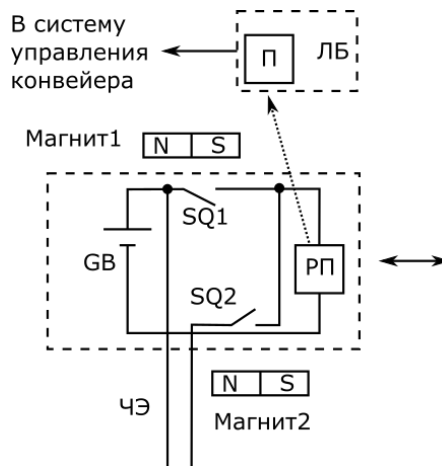


Рис. 3. Структурная схема датчика с двумя герконами: SQ1, SQ2 – герконы, GB – элемент питания, РП – передатчик, ЧЭ – чувствительный элемент (соединительные провода), П – приемник, ЛБ – логический блок

- генерация индуктивных токов в петле, встроенной в конвейерную ленту, с помощью передатчика, установленного на ставе конвейера, и регистрация этих токов с помощью приемника, находящегося также на ставе конвейера (встроенная петля в конвейерную ленту) [4; 5];
- непрерывный контроль ширины ленты: контактный и бесконтактный [6; 7];
- генерация ультразвуковых колебаний в конвейерной ленте [8 - 10];
- оценка конфигурации магнитного поля встроенной в конвейерную ленту магнитожёсткой сетки [11 - 13];

- анализ изображения поверхности конвейерной ленты [14 - 21];
  - применение рентгеновских лучей [22].
- Наиболее перспективным направлением решения проблемы обнаружения продольного порыва можно считать передачу энергии по поперечному сечению конвейерной ленты, причем энергию в виде электромагнитных полей. Однако, в связи с большим количеством наводок во встроенной в конвейерную ленту петле (в шахтных выработках, как правило, находится много электромеханического оборудования, в том числе, с частотным регулированием и, в некоторых случаях, с дистанционным управлением, а также систем контроля, использу-

ющих электромагнитное излучение, в том числе WiFi), могут возникать сложности при считывании

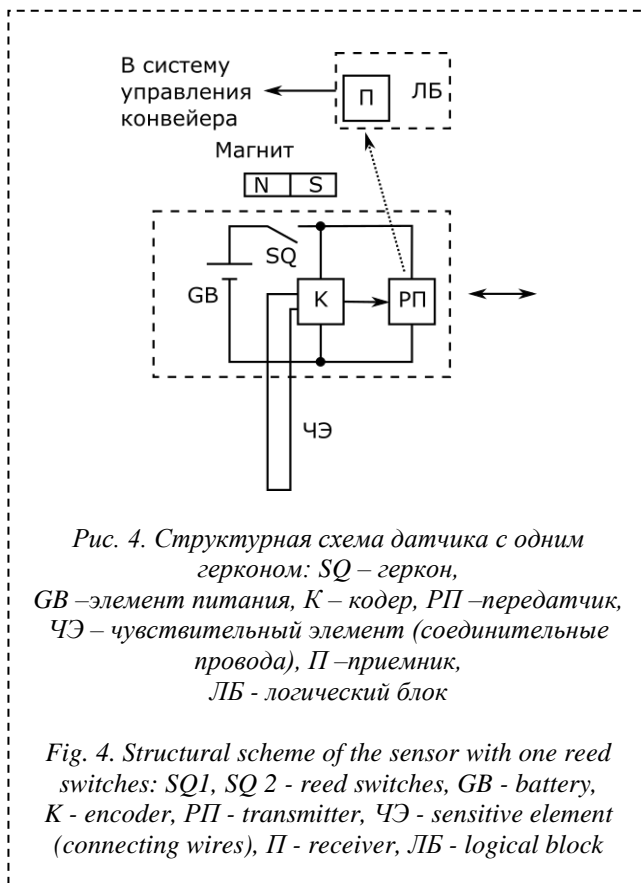


Рис. 4. Структурная схема датчика с одним герконом: SQ – геркон, GB – элемент питания, K – кодер, РП – передатчик, ЧЭ – чувствительный элемент (соединительные провода), П – приемник, ЛБ – логический блок

Fig. 4. Structural scheme of the sensor with one reed switches: SQ1, SQ 2 - reed switches, GB - battery, K - encoder, РП - transmitter, ЧЭ - sensitive element (connecting wires), П - receiver, ЛБ - logical block

информации приемником. Кроме этого, в таких устройствах необходимо экранирование передатчика от приемника.

Для повышения надежности работы УОПП предлагается передатчик и источник питания располагать в конвейерной ленте (рис. 1). Источник питания и передатчик соединяются проводами, проходящими поперек ленты. На ставе конвейера в определенных местах устанавливаются приемники. В случае целостности соединительных проводов постоянный магнит, установленный на ставе конвейера, включает геркон, передатчик посылает сигнал на приемник, находящийся также на ставе конвейера, который принимает этот сигнал, далее логический блок обрабатывает информацию. В случае продольного порыва конвейерной ленты соединительные провода обрываются и передатчик не посылает сигнал, логический блок формирует команду для отключения конвейера.

Схема установки датчиков продольного порыва ленты показана на рис. 2. Расстояния между передатчиками, установленными в ленте,  $L_{пер.}$ , приняты меньшими, чем расстояния между приемниками  $L_{пр.}$ , исходя из соображений экономии. Тогда интервалы времени между прохождением передатчиков над приемниками будут определяться расстоянием  $L_{пер.}$ . Например, для расстояния  $L_{пер.} = 50$  м и скорости ленты конвейера 5 м/с минимальный интервал времени между моментами передачи информации о состоянии ленты конвейера будет составлять

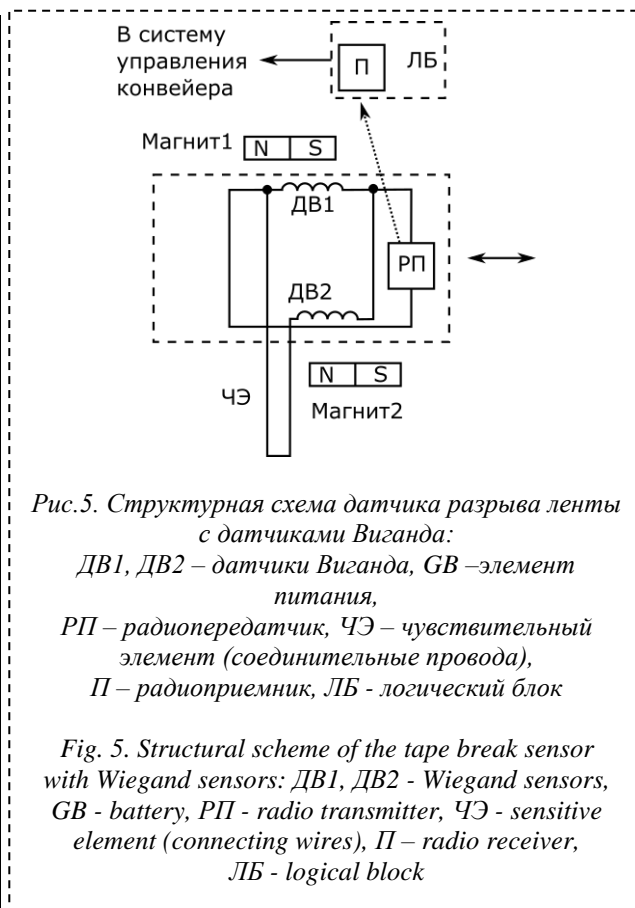


Рис.5. Структурная схема датчика разрыва ленты с датчиками Виганда:

ДВ1, ДВ2 – датчики Виганда, GB – элемент питания, РП – радиопередатчик, ЧЭ – чувствительный элемент (соединительные провода), П – радиоприемник, ЛБ – логический блок

Fig. 5. Structural scheme of the tape break sensor with Wiegand sensors: ДВ1, ДВ2 - Wiegand sensors, GB - battery, РП - radio transmitter, ЧЭ - sensitive element (connecting wires), П - radio receiver, ЛБ - logical block

$$T_{пер.} = L_{пер.}/V_{л.} = 50/5 = 10 \text{ с.}$$

### Структурные схемы устройств обнаружения продольного разрыва ленты

В качестве основных схем датчиков разрыва ленты конвейера рассмотрим следующие.

#### 1. Схема с двумя герконами

В схеме с двумя герконами используется два магнита и два геркона, расположенные таким образом, чтобы вначале замыкался и размыкался первый геркон, включающий передатчик, передающий сигнал постоянной амплитуды и выполняющий функцию позиционирования (то есть контролирующее устройство находится над приемником), а затем второй геркон, передающий радиочастотный сигнал только в случае отсутствия продольного разрыва ленты. Структурная схема датчика с двумя герконами представлена на рис. 3.

#### 2. Схема с одним герконом

При пересечении зоны действия магнита срабатывает геркон и включает схему передатчика, который выдает два импульса в случае отсутствия повреждений ленты и один импульс в случае продольного разрыва. В этом случае схема передатчика усложняется, однако устраняется один геркон, который имеет определенную надежность.

Структурная схема датчика с одним герконом представлена на рис. 4.

#### 3. Схема с датчиком Виганда

Датчик Виганда при достаточной магнитной индукции формирует на выходе импульс напряжения, достаточный для кратковременного запитывания и работы схемы передатчика (например, датчик WS-UTS-4-U0 при магнитной индукции 11 мТл

формирует импульс с энергией 140 нДж и напряжением от 5,3 до 7 В). Данная схема не требует источника питания в передатчике, но вопрос запитывания радиопередатчика непосредственно от датчика Виганда требует исследования.

Структурная схема датчика разрыва ленты конвейера с датчиками Виганда приведена на рис. 5.

#### **Требования к передатчику и приемнику**

В состав датчика продольного разрыва ленты конвейера любого из рассмотренных типов входит передатчик, параметры которого необходимо определить на этапе проектирования. Приемник входит в состав логического блока, располагаемого на ставе конвейера. Общие требования к передатчику и приемнику следующие:

- передатчик должен устойчиво работать при напряжении питания от 1 до 1,5 В;
- центральная частота электромагнитного излучения при изменении напряжения элемента питания от 1 до 1,5 В может изменяться не более, чем на 3 %;
- ширина полосы частот электромагнитного излучения передатчика должна быть не более 3% от центральной частоты;
- мощность передатчика должна быть больше мощности потерь передачи более, чем в 3 раза (для обеспечения надежной передачи);
- чувствительность приемника должна быть менее мощности потерь на передаче;
- передатчик и приемник должны потреблять как можно меньше электроэнергии (для обеспечения долговременной работы без демонтажа датчиков разрыва ленты);
- габаритные размеры не более 10 x 10 x 3 мм;
- радиопередатчик должен быть выполнен на элементах, стойких к ударам и вибрации;
- конструкция передатчика должна исключать ложное срабатывание: для этого частота несущей должна превышать 20-ую гармонику тока типовых электроприемников в угольной шахте.

#### **Заключение**

Таким образом, предложены несколько вариантов структурных схем устройства обнаружения продольного порыва ленты с минимальным влиянием электромагнитных помех. Представлены структурная схема предлагаемого устройства обнаружения продольного порыва ленты, схема расположения передатчиков и приемников на ленточном конвейере, структурные схемы различных устройств обнаружения продольного разрыва ленты: с двумя герконами; с одним герконом и с датчиком Виганда. Сформулированы требования к передатчику и приемнику.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на выбор наиболее рациональной из предложенных схем с точки зрения высокой чувствительности и надежности срабатывания системы при обнаружении разрыва конвейерной ленты, низ-

кой вероятности ложного срабатывания, невысоких стоимости и энергопотребления.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Захаров А. Ю. Обзор способов контроля продольного порыва конвейерной ленты / А.Ю. Захаров, А.В. Григорьев, А.Г. Захарова // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 5 (151). С. 57-63.
2. Braun T., Hennig A., Lottermoser B.G. The need for sustainable technology diffusion in mining: achieving the use of belt conveyor systems in the German hard-rock quarrying industry J. Sustain // Min., 16 (2017), pp. 24-30.
3. ООО Опытное производство «Технологии контроля». Конвейерная автоматика. URL: <https://www.opteko.ru/products/normal/dkpr/dkpr.html> (дата обращения 25.08.2022). – Текст электронный.
4. Coal Control. URL: <https://www.coal-control.com/> (дата обращения 25.08.2022). – Текст электронный.
5. Becker. Mining systems. Belt management. URL: <https://www.becker-mining.com/en/products/mincos/belt-management> (дата обращения 25.01.2022). – Текст электронный.
6. Blazej R., Jurdziak L., Kirjanow A., Kozlowski T. Evaluation of the quality of steel cord belt splices based on belt examination using magnetic techniques / Wrocław University of Technology, Machinery Systems Division, 2 Industrial and GeoEconomics Division, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław, Poland // Diagnostyka, Vol. 16, No. 3 (2015), pp. 1-6.
7. Техноснаб. Техническое снабжение промышленных предприятий. URL <http://www.tecnosnab.com/schieflaufschalter.htm> (дата обращения 25.08.2022). – Текст электронный.
8. Beltscan systems. Rip detections and condition monitoring: сайт. – URL <http://www.beltscan.com/products/belt-guard-10k-rip-detector-for-steel-cord-belts.html> (дата обращения 25.01.2022). – Текст электронный.
9. Захаров А.Ю., Ерофеева Н.В. Вибрация ленты и рабочие процессы конвейера // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. 2015. № 6. С. 78-83.
10. Захарова А.Г., Захаров А.Ю., Лобур И.А., Шаулева Н.М. Устройство для обнаружения продольного порыва конвейерной ленты с использованием ультразвуковых датчиков // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 4 (162). С. 62-70.
11. Blazej R., Jurdziak L., Kirjanow A., Kozlowski T. Evaluation of the quality of steel cord belt splices based on belt examination using magnetic techniques / Wrocław University of Technology, Machinery Systems Division, 2 Industrial and GeoEconomics Division, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław, Poland // Diagnostyka, Vol. 16, No. 3 (2015), pp. 1-6.
12. Pang Y., Lodewijks G. A novel embedded conductive detection system for intelligent conveyor belt monitoring // 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SO, 2006 IEEE Int. Conf. Serv. Oper. Logist. Informatics, SOLI 2006 (2006), pp. 803-808.

13. Błażej R., Jurdziaк L., Kozłowski T., Kirjanów A. The use of magnetic sensors in monitoring the condition of the core in steel cord conveyor belts – Tests of the measuring probe and the design of the DiagBelt system // Meas. J. Int. Meas. Confed., 123 (2018), pp. 48-53.

14. Soprana M., Santomaso A.C., Facco P. Artificial vision system for the online characterization of the particle size distribution of bulk materials on conveyor belts // Comput. Aided Chem. Eng., Elsevier (2018), pp. 1667-1672.

15. Zhang M., Zhang Y., Zhou M., Jiang K., Shi H., Yu Y. and Hao N. Application of Lightweight Convolutional Neural Network for Damage Detection of Conveyor Belt // Applied sciences, 2021, № 11, pp. 7282-1-7282-15.

16. Xianguo L., Lifang S., Zixu M., Can Z., Hangqi J. Laser-based on-line machine vision detection for longitudinal rip of conveyor belt // Optik (Stuttg), 168 (2018), pp. 360-369.

17. Qiao T., Chen L., Pang Y., Yan G., and Miao C. Integrative binocular vision detection method based on infrared and visible light fusion for conveyor belts longitudinal tear // Measurement, vol. 110, pp. 192-201, Nov. 2017.

18. Yu B., Qiao T., Zhang H., Yan G. Dual band infrared detection method based on mid-infrared and long infrared vision for conveyor belts longitudinal tear // Meas. J. Int. Meas. Confed., 120 (2018), pp. 140-149.

19. Hou C., Qiao T., Zhang H., Pang Y., and Xiong X. Multispectral visual detection method for conveyor belt longitudinal tear // Meas. J. Int. Meas. Confed., vol. 143, pp. 246-257, 2019.

20. Hou C., Qiao T., Qiao M., Xiong X., Yang Y., and Hhang H. Research on Audio-Visual Detection Method for Conveyor Belt Longitudinal Tear // IEEE Access (Volume 7), 26 august, 2019, pp. 120202-120213.

21. Leo M., Medioni G., Trivedi M., Kanade T., Farinella G.M. Computer vision for assistive technologies // Comput. Vis. Image Underst., 154 (2017), pp. 1-15.

22. Phoenix Conveyor Belts join Global Continental Branding for Conveying Solutions. URL: [http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/protection-systems/phoenoguard-px/phoenoguard-px\\_ru.html](http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/protection-systems/phoenoguard-px/phoenoguard-px_ru.html) (дата обращения 25.01.2022). – Текст электронный.

© 2023 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

**Захаров Александр Юрьевич**, доктор техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28)

**Григорьев Александр Васильевич**, кандидат техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28)

**Захарова Алла Геннадьевна**, доктор техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28)

**Лобур Ирина Анатольевна**, кандидат техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28)

**Шаулева Надежда Михайловна**, кандидат техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28)

Заявленный вклад авторов:

Захаров А.Ю. – постановка исследовательской задачи, разработка схем;

Григорьев А.В. – разработка схем;

Захарова А.Г. – концептуализация исследования;

Лобур И.А. – обзор соответствующей литературы, написание текста;

Шаулева Н.М. – сбор и анализ данных; выводы; написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2023-1-11-17

**Alexander Y. Zakharov, Alexander V. Grigoriev, Alla G. Zakharova, Irina A. Lobur, Nadezda M. Shauleva**

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

E-mail: loburia@kuzstu.ru

# STRUCTURAL SCHEME OF THE DEVICE TO DETECT LONGITUDINAL TEARS ON CONVEYOR BELTS WITH MINIMUM INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE



## Article info

Received:  
28 September 2022

Accepted for publication:  
01 December 2022

Accepted:  
15 February 2023

Published:  
09 March 2023

**Keywords:** belt conveyors; longitudinal tear; a device to detect longitudinal tears on conveyor belts; automated system to detect longitudinal tears on conveyor belts; reed switch, Wiegand sensor.

## Abstract.

A longitudinal tear of a conveyor belt operating in a coal mine results in significant economic costs. The most promising direction for solving the problem of detecting a longitudinal tear can be considered the transfer of energy along the cross section of the conveyor belt in the form of electromagnetic fields. However, for mine conditions (where there are electromagnetic fields for various purposes), in order to increase the reliability of the operation of the device, it is proposed to place the transmitter and the power source in the conveyor belt.

The power supply and transmitter are connected by wires running across the tape. Receivers are installed in certain places on the supporting structure of the conveyor. If the connecting wires are intact, the permanent magnet installed on the carrier structure of the conveyor turns on the reed switch, the transmitter sends a signal to the receiver, which is also on the carrier structure of the conveyor, which receives this signal, then the logic unit processes the information. In the event of a longitudinal break in the conveyor belt, the connecting wires break and the transmitter does not send a signal, the logic block generates a command to turn off the conveyor.

The article presents a block diagram of the proposed device for detecting a longitudinal tear of the belt, the layout of transmitters and receivers on a belt conveyor, block diagrams of various options for detecting a longitudinal rupture of the belt: with two reed switches; with one reed switch and with a Wiegand sensor. The requirements for the transmitter and receiver and directions for further research are formulated.

**For citation:** Zakharov A.Y., Grigoriev A.V., Zakharova A.G., Lobur I.A., Shauleva N.M. Structural scheme of the device to detect longitudinal tears on conveyor belts with minimum influence of electromagnetic interference. Mining Equipment and Electromechanics, 2023; 1(165):11-17 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2023-1-11-17

## REFERENCES

1. Zaharov A. YU. Obzor sposobov kontrolya prodol'nogo poryva konvejernoj lenty / A.YU. Zaha-rov, A.V. Grigor'ev, A.G. Zaharova. Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. 2020. № 5 (151). S. 57-63.
2. Braun T., Hennig A., Lottermoser B.G. The need for sustainable technology diffusion in mining: achieving the use of belt conveyor systems in the German hard-rock quarrying industry J. Sustain // Min., 16 (2017), pp. 24-30.
3. ООО Opytnoe proizvodstvo «Tekhnologii kontrolya». Konvejernaya avtomatika. URL: <https://www.opteko.ru/products/normal/dkpr/dkpr.html> (data obrashcheniya 25.08.2022). – Tekst elektronnyj.
4. Coal Control. URL: <https://www.coal-control.com/> (data obrashcheniya 25.08.2022). – Tekst elektronnyj.
5. Becker. Mining systems. Belt management. URL: <https://www.becker-mining.com/en/products/mincos/belt-management> (data obrashcheniya 25.01.2022). – Tekst elektronnyj
6. Blazej R., Jurdziak L., Kirjanow A., Kozlowski T. Evaluation of the quality of steel cord belt splices based on belt examination using magnetic techniques / Wrocław University of Technology, Machinery Systems Division, 2 Industrial and GeoEconomics Division, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław, Poland // Diagnostyka, Vol. 16, No. 3 (2015), pp. 1-6.

7. Tekhnosnab. Tekhnicheskoe snabzhenie promyshlennyh predpriyatij. URL <http://www.tecnosnab.com/schieflaufschalter.htm> (data obrashcheniya 25.08.2022). – Tekst elektronnyj.
8. Beltscan systems. Rip detections and condition monitoring: sajt. URL <http://www.beltscan.com/products/belt-guard-10k-rip-detector-for-steel-cord-belts.html> (data obrashcheniya 25.01.2022). – Tekst elektronnyj.
9. Zaharov A. YU., Erofeeva N.V. Vibraciya lenty i rabochie processy konvejera. Vestn. Kuzbas. gos. tekhn. un-ta. 2015. № 6. S. 78-83.
10. Zaharova A.G., Zaharov A.YU., Lobur I.A., SHauleva N.M. Ustrojstvo dlya obnaruzheniya prodol'nogo poryva konvejernoj lenty s ispol'zovaniem u'trazvukovyh datchikov. Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. 2022. № 4 (162). S. 62-70.
11. Blazej R., Jurdziak L., Kirjanow A., Kozlowski T. Evaluation of the quality of steel cord belt splices based on belt examination using magnetic techniques / Wrocław University of Technology, Machinery Systems Division, 2 Industrial and GeoEconomics Division, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław, Poland // Diagnostyka, Vol. 16, No. 3 (2015), pp. 1-6.
12. Pang Y., Lodewijks G. A novel embedded conductive detection system for intelligent conveyor belt monitoring // 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SO,

2006 IEEE Int. Conf. Serv. Oper. Logist. Informatics, SOLI 2006 (2006), pp. 803-808.

13. Błażej R., Jurdzia L., Kozłowski T., Kirjanów A. The use of magnetic sensors in monitoring the condition of the core in steel cord conveyor belts – Tests of the measuring probe and the design of the DiagBelt system // Meas. J. Int. Meas. Confed., 123 (2018), pp. 48-53.

14. Soprana M., Santomaso A.C., Facco P. Artificial vision system for the online characterization of the particle size distribution of bulk materials on conveyor belts // Comput. Aided Chem. Eng., Elsevier (2018), pp. 1667-1672.

15. Zhang M., Zhang Y, Zhou M., Jiang K., Shi H., Yu Y. and Hao N. Application of Lightweight Convolutional Neural Network for Damage Detection of Conveyor Belt // Applied sciences, 2021, № 11, pp. 7282-1-7282-15.

16. Xianguo L., Lifang S., Zixu M., Can Z., Hangqi J. Laser-based on-line machine vision detection for longitudinal rip of conveyor belt // Optik (Stuttg), 168 (2018), pp. 360-369.

17. Qiao T., Chen L., Pang Y., Yan G., and Miao C. Integrative binocular vision detection method based on infrared and visible light fusion for conveyor belts lon-

gitudinal tear // Measurement, vol. 110, pp. 192-201, Nov. 2017.

18. Yu B., Qiao T., Zhang H., Yan G. Dual band infrared detection method based on mid-infrared and long infrared vision for conveyor belts longitudinal tear // Meas. J. Int. Meas. Confed., 120 (2018), pp. 140-149.

19. Hou C., Qiao T., Zhang H., Pang Y., and Xiong X. Multispectral visual detection method for conveyor belt longitudinal tear // Meas. J. Int. Meas. Confed., vol. 143, pp. 246-257, 2019.

20. Hou C., Qiao T., Qiao M., Xiong X., Yang Y., and Hhang H. Research on Audio-Visual Detection Method for Conveyor Belt Longitudinal Tear // IEEE Access (Volume 7), 26 august, 2019, pp. 120202-120213.

21. Leo M., Medioni G., Trivedi M., Kanade T., Farinella G.M. Computer vision for assistive technologies // Comput. Vis. Image Underst., 154 (2017), pp. 1-15.

22. Phoenix Conveyor Belts join Global Continental Branding for Conveying Solutions. URL: [http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/protection-systems/phoenoguard-px/phoenoguard-px\\_ru.html](http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/protection-systems/phoenoguard-px/phoenoguard-px_ru.html). (data obrashcheniya 25.01.2022). – Tekst elektronnyj.

© 2023 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The author declare no conflict of interest.

About the author:

**Alexander Y. Zakharov**, D. Sc. in Engineering, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, 28 Vesennyyaya St., Kemerovo, Russia)

**Alexander V. Grigoriev**, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, 28 Vesennyyaya St., Kemerovo, Russia)

**Alla G. Zakharova**, D. Sc. in Engineering, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, 28 Vesennyyaya St., Kemerovo, Russia)

**Irina A. Lobur**, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, 28 Vesennyyaya St., Kemerovo, Russia)

**Nadezda M. Shauleva**, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, 28 Vesennyyaya St., Kemerovo, Russia)

Contribution of the authors:

Zakharov A.Yu. – formulation of a research problem, development of schemes;

Grigoriev A.V. – development of schemes;

Zakharova A.G. – conceptualization of research;

Lobur I.A. –review of the relevant literature, writing the text;

Shauleva N.M. – data collection and analysis; conclusions; writing text.

Author have read and approved the final manuscript.

