

Научная статья

УДК 622.647.2

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-95-103

Фомин Анатолий Иосифович¹, Ушаков Егор Николаевич²¹ Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева² ООО «Центр промышленной безопасности и неразрушающего контроля»

* для корреспонденции: e.n.usakov@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ УЛАВЛИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА БРЕМСБЕРГОВОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**Аннотация.**

Ленточные конвейеры являются самым распространенным и эффективным видом транспорта на угольных шахтах. В зависимости от угла наклона и направления транспортирования ленточные конвейеры разделяются на три основных типа: горизонтальные, уклонные, бремсберговые. Для бремсберговых ленточных конвейеров существуют конструктивные решения улавливания верхней ветви конвейерной ленты в случае ее обрыва, но они не нашли широкого распространения на угольных шахтах Кузбасса из-за сложности конструкции и неэффективности работы.

В работе проведен анализ требований нормативно-технических документов по безопасности к улавливающим устройствам. Установлено, что при эксплуатации шахтных ленточных конвейеров с углами установки свыше 10° они должны быть оборудованы устройствами, улавливающими конвейерную ленту, в случае ее обрыва. Угол установки конвейера шахтного ленточного менее 10° в статье не рассматривается в связи с низким потенциалом события привести к значимым последствиям (экономическим потерям и вероятности травмирования персонала) при его наступлении.

Рассмотрены известные конструктивные решения улавливания конвейерных лент в случае их обрыва на основе патентного поиска. В результате исследования обозначены группы улавливающих устройств. Для каждой группы определены достоинства и недостатки, обоснован выбор оптимального способа улавливания конвейерной ленты верхней ветви бремсбергового ленточного конвейера при транспортировании людей и грузов.

Установлен рациональный тип конструкции и принцип действия улавливающего устройства верхней ветви бремсбергового ленточного конвейера при транспортировании людей и грузов, который соответствует предъявляемым требованиям действующих нормативных документов.

В результате обосновано, что группа рычажных ловителей верхней ветви бремсберговых шахтных ленточных конвейеров, работа которых основана на принципе остановки ленточного полотна за счет поднятия его над роликоопорами останавливающими элементами, обеспечивает улавливание и удержание конвейерной ленты на бремсберговых конвейерах, не препятствует безопасному проезду людей по верхней ветви ленты, исключает травмирование пассажиров при срабатывании и не зависит от сторонних источников энергии.

**Информация о статье**

Поступила:

20 октября 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 марта 2026 г.

Принята к печати:

15 апреля 2026 г.

Опубликована:

04 июня 2026 г.

Ключевые слова:

Конвейер ленточный бремсберговый, улавливающее устройство, ловитель, конвейерная лента, угольная шахта

Для цитирования: Фомин А.И., Ушаков Е.Н. Обоснование выбора конструкции улавливающего устройства бремсбергового ленточного конвейера на угольных шахтах // Горное оборудование и электромеханика. 2026. № 2 (184). С. 95-103. DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-95-103, EDN: JRHSJM

Введение

Ленточные конвейеры как вид непрерывного транспорта давно зарекомендовали себя в горной промышленности с положительной стороны. В

настоящее время они являются наиболее эффективным техническим средством для транспортирования горной массы, материалов и людей.

В зависимости от угла установки конвейеры шахтные ленточные разделяются на три основных типа:

1. Уклонные – осуществляющие транспортирование по наклонным горным выработкам снизу вверх.

2. Бремсберговые – осуществляющие транспортирование по наклонным горным выработкам сверху вниз.

3. Горизонтальные – осуществляющие транспортирование по горизонтальным горным выработкам.

Наибольшее распространение на горных предприятиях получили уклонные и горизонтальные ленточные конвейеры. Бремсберговые ленточные конвейеры находятся в подавляющем меньшинстве, но при определенных схемах отработки полезного ископаемого они оказываются единственным возможным средством транспорта.

Действующими нормативными документами ко всем техническим устройствам, находящимся в промышленной эксплуатации в условиях угольных шахт, предъявляются требования к безопасности их конструкции.

Шахтный ленточный конвейер является сложным техническим устройством, к которому также предъявляется множество требований, обеспечивающих безопасность его эксплуатации.

Одним из рисков возникновения инцидентов, связанных с эксплуатацией шахтных ленточных конвейеров, является обрыв конвейерной ленты при ее эксплуатации. Такое событие может произойти по нескольким причинам:

- неправильный тяговый расчет ленточного конвейера и, как следствие, выбор более мощного привода, чем требуется;

- выбор и эксплуатация конвейерной ленты с более низкой прочностью, не соответствующей тяговому расчету;

- механический износ и повреждения конвейерной ленты, снижающие ее прочность ниже номинальной;

- повреждения стыковых соединений конвейерной ленты, что приводит к снижению их прочности.

Эти причины могут привести к обрыву конвейерной ленты как самостоятельно, так и в совокупности.

Для снижения тяжести последствий обрывов конвейерной ленты при эксплуатации шахтных ленточных конвейеров они оборудуются устройствами улавливания.

Результаты анализа требований нормативно-технических документов к улавливающим устройствам

К шахтным ленточным конвейерам и устройствам улавливания конвейерной ленты действующими нормативными документами предъявляются следующие требования безопасности:

1. Пунктом 300 раздела «XXXIII. Конвейерный транспорт» федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (приказ № 507 от

08.12.2020 Ростехнадзора, зарегистрирован Минюстом РФ 18.12.2020 г. № 61587) предусмотрено, что ленточные конвейеры, установленные в горных выработках с углом наклона более 10°, оборудуют:

- устройствами улавливания двух ветвей ленточного полотна, если конвейер работает в бремсберговом режиме;

- устройствами улавливания верхней ветви ленточного полотна, если конвейер работает в уклонном режиме;

- устройствами улавливания на тех ветвях ленточного полотна, которые предназначены для перевозки людей.

2. Пунктом 5.2.9 ГОСТ 31558-2012 Конвейеры шахтные ленточные. Общие технические условия (утвержден приказом Росстандарта от 22.11.2012 № 1086-ст) предусмотрено, что конвейер, установленный с наклоном свыше 10°, должен иметь:

- ловители двух ветвей ленты, если им осуществляется спуск транспортируемой горной массы;

- ловитель верхней ветви ленты, если им осуществляется подъем транспортируемой горной массы;

- ловители на тех ветвях ленты, которые предназначены для перевозки пассажиров.

3. Пунктом 39 федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по безопасной перевозке людей ленточными конвейерами в подземных выработках угольных (сланцевых) шахт» (приказ Ростехнадзора от 13.11.2020 № 438, зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 15.12.2020 №61473) предусмотрено: в горных выработках с углами наклона более 10° конвейер должен оборудоваться не менее чем двумя ловителями оборвавшейся ленты, установленными ниже верхнего барабана с интервалом 40-80 м. Каждый ловитель рассчитывается на удержание обеих ветвей ленты в случае обрыва любой из них при загрузке конвейера. При этом ловители ленты должны:

- не препятствовать безопасному проезду людей;

- срабатывать не позднее двух секунд после обрыва ленты;

- обеспечивать при срабатывании отключение конвейера и удержание оборвавшейся ленты;

- исключать травмирование пассажиров при срабатывании.

Из нормативных документов следует, что при эксплуатации шахтных ленточных конвейеров с углами установки свыше 10° они должны быть оборудованы устройствами, улавливающими конвейерную ленту, в случае ее обрыва.

Угол установки конвейера шахтного ленточного менее 10° не рассматривается в связи с низким потенциалом события привести к значимым последствиям (экономическим потерям и вероятности травмирования персонала) при его наступлении.

Максимальный угол установки ленточного конвейера ограничен пунктом 5 федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по безопасной перевозке людей лен-

точными конвейерами в подземных выработках угольных (сланцевых) шахт» и составляет не более 18° при номинальной скорости ленты не более 3,15 м/с.

Результаты анализа типовых конструкций улавливающих устройств

Проведен патентный поиск, который показал, что проблему улавливания ленточного полотна начали решать еще с начала 60-х годов прошлого века. Одни из первых изобретений датируются 1963 годом.

Проанализировав типы конструкций ловителей и приняв во внимание классификацию ловителей, приведенную в трудах Шахмейстера Л. Г. [1] и Тарасова Ю. Д. [2, 3], можно прийти к выводу, что конструкции устройств для улавливания ленточного полотна в случае его обрыва представляют собой следующие группы:

1. Рамочные. Улавливание конвейерной ленты происходит за счет деформации и сгорблевания ленточного полотна, в следствии потери натяжения и застревания в конструкции ловителя.

2. Кромочные. Улавливание конвейерной ленты происходит за счет прижима кромки (бортов) останавливающим механизмом либо за счет застревания ленты в ловителе после ее деформации из-за потери натяжения.

3. Магнитные, вакуумные. Применимы для резиновых конвейерных лент, а также конвейеров, перевозящих ферромагнитные материалы. Принцип основан на примагничивании непосредственно конвейерной ленты или транспортируемого материала либо на притягивании конвейерной ленты за счет вакуума.

4. Эксцентрикные. Основаны на принципе уменьшения величины зазора между ловителем и лентой при ее обрыве, что приводит к их непосредственному фрикционному контакту и, как следствие, к остановке ленты.

5. Клиновые. Основаны на принципе прижатия фрикционными элементами конвейерной ленты к неподвижным элементам ловителя.

6. Рычажные. Представляют собой различные конструкции, которые могут как зажимать края ленточного полотна, так и поднимать ее над роликоопорами при обрыве.

7. Роликовые остановы. Представляют собой различные конструкции поддерживающих роликов одностороннего вращения.

Оценка типовых конструкций улавливающих устройств конвейерной ленты

К достоинствам рамочных улавливающих устройств можно отнести следующее:

- простота конструкции;
- компактность конструкции;
- простота изготовления;
- отсутствие сигнальной системы;
- возможность использования как на уклонных, так и на бремсберговых конвейерах;
- нечувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке);
- малая металлоемкость;

- отсутствие движущихся элементов конструкции;
- отсутствие непосредственного контакта элементов конструкции с лентой;
- нечувствительность к центрированию ленты;
- отсутствие уменьшения рабочей ширины ленты и сокращения приемной способности;
- независимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия поврежденных участков);
- независимость от источника сторонней энергии (электрической, пневматической и др.);
- периодический контроль за состоянием элементов конструкции;
- улавливание одновременно двух ветвей ленты;
- отсутствие необходимости изменения элементов конструкции конвейера для установки ловителя;
- простота технического обслуживания и осмотра;
- независимость от типа ленты.

К недостаткам относится следующее:

- неравномерность распределения тормозных сил по ширине ленты;
- неравномерность распределения тормозных сил по длине ленты;
- жесткая характеристика торможения;
- нерегулируемое тормозное усилие;
- невозможность эксплуатации на грузоподъемных конвейерах;
- возможность вторичного порыва ленты при срабатывании ловителя;
- низкая скорость срабатывания.

Группу рамочных улавливающих устройств невозможно применять на бремсберговых шахтных ленточных конвейерах в связи с тем, что их конструкция не может обеспечить безопасную транспортировку людей по верхней ветви конвейерной ленты.

К достоинствам кромочных улавливающих устройств можно отнести следующее:

- простота конструкции;
- компактность конструкции;
- простота изготовления;
- отсутствие сигнальной системы;
- равномерность распределения тормозных сил по длине ленты;
- возможность использования как на уклонных, так и на бремсберговых конвейерах;
- мягкая характеристика торможения;
- отсутствие движущихся элементов конструкции;
- отсутствие непосредственного контакта элементов конструкции с лентой;
- независимость от источника сторонней энергии (электрической, пневматической и др.);
- невозможность вторичного порыва ленты при срабатывании ловителя;
- периодический контроль за состоянием элементов конструкции;
- улавливание одновременно двух ветвей ленты;

- отсутствие необходимости изменения элементов конструкции конвейера для установки ловителя;
- простота технического обслуживания и осмотра;

- независимость от типа ленты.

К недостаткам относятся:

- неравномерность распределения тормозных сил по ширине ленты;
- чувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке);
- большая металлоемкость;
- нерегулируемое тормозное усилие;
- невозможность эксплуатации на грузоподъемных конвейерах;
- чувствительность к центрированию ленты;
- уменьшение рабочей ширины ленты и сокращение приемной способности;
- зависимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия повреждений);
- низкая скорость срабатывания.

Группу кромочных улавливающих устройств невозможно применять на бремсберговых шахтных ленточных конвейерах в связи с тем, что их конструкция не может обеспечить безопасную транспортировку людей по верхней ветви конвейерной ленты.

К достоинствам магнитных и вакуумных улавливающих устройств можно отнести следующее:

- равномерность распределения тормозных сил по ширине ленты;
- возможность использования как на уклонных, так и на бремсберговых конвейерах;
- мягкая характеристика торможения;
- регулируемое тормозное усилие;
- отсутствие непосредственного контакта элементов конструкции с лентой;
- возможность эксплуатации на грузоподъемных конвейерах;
- нечувствительность к центрированию ленты;
- отсутствие уменьшения рабочей ширины ленты и сокращения приемной способности;
- независимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия поврежденных участков);
- невозможность вторичного порыва ленты при срабатывании ловителя;
- улавливание одновременно двух ветвей ленты;
- высокая скорость срабатывания.

К недостаткам относятся:

- сложность конструкции;
- громоздкость конструкции;
- сложность изготовления;
- наличие сигнальной системы;
- неравномерность распределения тормозных сил по длине ленты;
- чувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке);
- большая металлоемкость;
- наличие движущихся элементов конструкции;
- зависимость от источника сторонней энергии (электрической, пневматической и др.);

- тщательный контроль за состоянием элементов конструкции;

- необходимость изменения элементов конструкции конвейера для установки ловителя;

- сложность технического обслуживания и осмотра;

- зависимость от типа ленты.

К достоинствам эксцентриковых улавливающих устройств можно отнести следующее:

- простота конструкции;
- компактность конструкции;
- простота изготовления;
- отсутствие сигнальной системы;
- нечувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке);
- малая металлоемкость;
- мягкая характеристика торможения;
- независимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия поврежденных участков);
- независимость от источника сторонней энергии (электрической, пневматической и др.);
- невозможность вторичного порыва ленты при срабатывании ловителя;
- периодический контроль за состоянием элементов конструкции;
- отсутствие необходимости изменения элементов конструкции конвейера для установки ловителя;

- простота технического обслуживания и осмотра;

- высокая скорость срабатывания;

- независимость от типа ленты.

К недостаткам относятся:

- неравномерность распределения тормозных сил по ширине ленты;
- неравномерность распределения тормозных сил по длине ленты;
- невозможность использования на бремсберговых конвейерах;
- нерегулируемое тормозное усилие;
- наличие движущихся элементов конструкции;
- наличие непосредственного контакта элементов конструкции с лентой;
- невозможность эксплуатации на грузоподъемных конвейерах;
- чувствительность к центрированию ленты;
- уменьшение рабочей ширины ленты и сокращение приемной способности;
- невозможность улавливания одновременно двух ветвей ленты.

Группу эксцентриковых улавливающих устройств невозможно применять на бремсберговых шахтных ленточных конвейерах в связи с тем, что их конструкция не может обеспечить безопасную транспортировку людей по верхней ветви конвейерной ленты.

К достоинствам клиновых улавливающих устройств можно отнести следующее:

- мягкая характеристика торможения;
- отсутствие непосредственного контакта элементов конструкции с лентой;

- независимость от источника сторонней энергии (электрической, пневматической и др.);
- возможность использования как на уклонных, так и на бремсберговых конвейерах;
- невозможность вторичного порыва ленты при срабатывании ловителя;
- высокая скорость срабатывания;
- независимость от типа ленты;
- возможность улавливания одновременно двух ветвей ленты.

К недостаткам относится:

- сложность конструкции;
- громоздкость конструкции;
- сложность изготовления;
- наличие сигнальной системы;
- неравномерность распределения тормозных сил по ширине ленты;
- неравномерность распределения тормозных сил по длине ленты;
- чувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке);
- большая металлоемкость;
- нерегулируемое тормозное усилие;
- наличие движущихся элементов конструкции;
- невозможность эксплуатации на грузо-людских конвейерах;
- чувствительность к центрированию ленты;
- уменьшение рабочей ширины ленты и сокращение приемной способности;
- зависимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия повреждений);
- тщательный контроль за состоянием элементов конструкции;
- необходимость изменения элементов конструкции конвейера для установки ловителя;
- сложность технического обслуживания и осмотра.

Группу клиновых улавливающих устройств невозможно применять на бремсберговых шахтных ленточных конвейерах в связи с тем, что их конструкция не может обеспечить безопасную транспортировку людей по верхней ветви конвейерной ленты.

К достоинствам рычажных улавливающих устройств можно отнести следующее:

- компактность конструкции;
- простота изготовления;
- равномерность распределения тормозных сил по ширине ленты;
- равномерность распределения тормозных сил по длине ленты;
- возможность использования как на уклонных, так и на бремсберговых конвейерах;
- малая металлоемкость;
- мягкая характеристика торможения;
- отсутствие непосредственного контакта элементов конструкции с лентой;
- возможность эксплуатации на грузо-людских конвейерах;
- нечувствительность к центрированию ленты;
- отсутствие уменьшения рабочей ширины ленты и сокращения приемной способности;

- независимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия поврежденных участков);
- независимость от источника сторонней энергии (электрической, пневматической и др.);
- невозможность вторичного порыва ленты при срабатывании ловителя;
- улавливание одновременно двух ветвей ленты;
- отсутствие необходимости изменения элементов конструкции конвейера для установки ловителя;
- простота технического обслуживания и осмотра;

- высокая скорость срабатывания;
- независимость от типа ленты.

К недостаткам относится:

- сложность конструкции;
- наличие сигнальной системы;
- чувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке);
- нерегулируемое тормозное усилие;
- наличие движущихся элементов конструкции;
- тщательный контроль за состоянием элементов конструкции.

К достоинствам роликовых остановов можно отнести:

- простота конструкции;
- компактность конструкции;
- отсутствие сигнальной системы;
- равномерность распределения тормозных сил по ширине ленты;
- равномерность распределения тормозных сил по длине ленты;
- нечувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке);
- малая металлоемкость;
- мягкая характеристика торможения;
- возможность эксплуатации на грузо-людских конвейерах;
- нечувствительность к центрированию ленты;
- отсутствие уменьшения рабочей ширины ленты и сокращения приемной способности;
- независимость от источника сторонней энергии (электрической, пневматической и др.);
- невозможность вторичного порыва ленты при срабатывании ловителя;
- периодический контроль за состоянием элементов конструкции;
- отсутствие необходимости изменения элементов конструкции конвейера для установки ловителя;
- высокая скорость срабатывания;
- независимость от типа ленты.

К недостаткам относится:

- сложность изготовления;
- невозможность использования на бремсберговых конвейерах;
- нерегулируемое тормозное усилие;
- наличие движущихся элементов конструкции;
- наличие непосредственного контакта элементов конструкции с лентой;

- зависимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия повреждений);

- невозможность улавливания одновременно двух ветвей ленты;

- сложность технического обслуживания и осмотра.

Основными существенными недостатками рассмотренных групп ловителей являются:

1. Для группы рамочных ловителей: невозможность эксплуатации на грузо-людских конвейерах, низкая скорость срабатывания.

2. Для группы кромочных ловителей: невозможность эксплуатации на грузо-людских конвейерах, зависимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия повреждений), низкая скорость срабатывания.

3. Для группы магнитных и вакуумных ловителей: зависимость от источника сторонней энергии, зависимость от типа ленты.

4. Для группы эксцентриковых ловителей: невозможность использования на бремсберговых конвейерах, невозможность эксплуатации на грузо-людских конвейерах, невозможность улавливания одновременно двух ветвей ленты.

5. Для группы клиновых ловителей: чувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке), невозможность эксплуатации на грузо-людских конвейерах.

6. Для группы рычажных ловителей: чувствительность элементов конструкции к загрязнению (заштыбовке), тщательный контроль за состоянием элементов конструкции.

7. Для группы роликовых остановов: невозможность использования на бремсберговых конвейерах, зависимость от фактического состояния обкладок конвейерной ленты (степени загрязнения, наличия повреждений), невозможность улавливания одновременно двух ветвей ленты.

Для уклонных ленточных конвейеров (транспортирование осуществляется снизу вверх) вопрос конструкции устройств, улавливающих верхнюю ветвь конвейерной ленты в случае ее обрыва, был успешно решен конструкцией (рычажная группа), описанной в патенте RU 2067070 C1 [4]. Это подтверждается массовым использованием приведенной конструкции на угольных шахтах Кузбасса.

Для бремсберговых ленточных конвейеров существуют конструктивные решения улавливания верхней ветви конвейерной ленты в случае ее обрыва, но они не нашли широкого распространения на угольных шахтах Кузбасса из-за сложности конструкции и неэффективности работы. Поэтому рациональное техническое решение проблемы улавливания оборвавшейся конвейерной ленты, в частности ее верхней ветви, отсутствует.

Для бремсберговых шахтных ленточных конвейеров, осуществляющих транспортирование горной массы и людей в выработках с углами наклона от минус 10° до минус 18°, возможно использовать только группы магнитных (вакуумных) и рычажных ловителей. В тоже время конструкция магнит-

ных (вакуумных) ловителей зависит от использования сторонней энергии, что существенно снижает надежность срабатывания и повышает риск травмирования людей при отключении электроэнергии в аварийной ситуации.

Конструкции рычажных ловителей разнообразны, и каждая имеет свои особенности. Для соответствия ловителей требованиям действующих нормативных документов, предъявляемым к улавливающим устройствам конвейерной ленты бремсберговых шахтных ленточных конвейеров при транспортировании людей и грузов, они должны удовлетворять следующим требованиям:

- улавливать две ветви ленточного полотна;

- не препятствовать безопасному проезду людей;

- срабатывать не позднее двух секунд после обрыва ленты;

- обеспечивать при срабатывании отключение конвейера и удержание оборвавшейся ленты;

- исключать травмирование пассажиров при срабатывании.

Улавливание нижней ветви возможно осуществить при помощи устройства, описанного в патенте RU 2067070 C1 [4]. Нижняя ветвь конвейерной ленты бремсбергового ленточного конвейера находится внутри конструкции его линейного става, и в случае ее обрыва вероятность выхода нижней ветви конвейерной ленты за рамки конструкции конвейера маловероятна. В этом случае став конвейера является своеобразным рамочным туннельным ловителем [3]. Такой способ улавливания конвейерной ленты не будет зависеть от срабатывания ловителя верхней ветви.

Работа улавливающих устройств конвейерной ленты, движущейся вверх, заключается в том, чтобы удержать уже остановившуюся ленту от скатывания вниз. Особенность улавливания и удержания верхней ветви конвейерной ленты бремсберговых конвейеров заключается в том, что в момент улавливания конвейерная лента находится в движении и имеет значительную скорость и массу. Ловитель должен сначала погасить скорость движения конвейерной ленты и не допустить ее скатывания после остановки, и если для уклонных ловителей откатывание верхней ветви конвейерной ленты вниз измеряется сантиметрами, то для бремсберговых – метрами.

Для обеспечения предъявляемых требований улавливающее устройство должно быть основано на принципе остановки ленточного полотна за счет поднятия его над роликоопорами останавливающими элементами, создавая тем самым тормозное усилие. Такой способ улавливания обеспечивает безопасный проезд людей по верхней ветви бремсбергового ленточного конвейера и исключает травмирование пассажиров при срабатывании улавливающего устройства. Особенностью таких устройств улавливания является отсутствие контакта с ленточным полотном и, как следствие, наличие сигнального элемента (датчика обрыва), что не может обеспечить мгновенность срабатывания устройства. Для выполнения требования о срабаты-

вании не позднее двух секунд после обрыва конвейерной ленты необходима расстановка датчиков обрыва в местах наиболее вероятного порыва ленты.

Выводы

Группа рычажных ловителей верхней ветви бремсберговых шахтных ленточных конвейеров, работа которых основана на принципе остановки ленточного полотна за счет поднятия его над роликоопорами останавливающими элементами, обеспечивает улавливание и удержание конвейерной ленты на бремсберговых конвейерах, не препятствует безопасному проезду людей по верхней ветви ленты, исключает травмирование пассажиров при срабатывании, не зависит от сторонних источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахмейстер Л. Г., Ляшкевич П. А., Фохтин В. Г. Ловители для наклонных ленточных конвейеров: брошюра. М. : Министерство угольной промышленности СССР, 1972.
2. Тарасов Ю. Д. Тормозные и улавливающие устройства ленточных конвейеров: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : Издательство «Политехника», 1999.
3. Тарасов Ю. Д., Федоров Ф. В. Перспективы совершенствования технических средств для улавливания лент уклонных и бремсберговых конвейеров // Записки Горного института. 2008. Т. 178. С. 95–101.
4. Патент RU 2067070 С1. Способ остановки ленты конвейера в случае ее обрыва и устройство для его осуществления. Заявитель: Герасимов Г. К., Ещеркин А. В., Чернов Р. И.; опубл. 27.09.1996. Бюл. № 27.
5. Ушаков Е. Н. Ловитель конвейерной ленты на уклонных и бремсберговых ленточных конвейерах // Научно-технический журнал «Вестник НЦ ВостНИИ». 2011. № 2. С. 131–132.
6. Патент 2067070 СССР, МПК® В65G43/06. Способ остановки ленты конвейера в случае ее обрыва и устройство для его осуществления / Герасимов Г. К., Ещеркин А. В., Чернов Р. И.; заявитель и патентообладатель Восточный науч.-исслед. ин-т по безопасности работ в горной промышленности. № 94018354/03; заявл. 19.05.94; опубл. 20.11.01, Бюл. № 32.
7. Васильев К. А., Николаев А. К. Транспортные машины. Учебное пособие. С-Пб. : Санкт-Петербургский горный институт, 2003.
8. Волотковский В. С., Нохрин Е. Г., Герасимова М. Ф. Износ и долговечность конвейерных лент. М. : Недра, 1976.
9. Гридчин В. С., Бабайкин В. И., Чернов Р. И., Ещеркин А. В. О проблемах эксплуатации уклонных ленточных конвейеров в горных выработках и галереях технологических комплексов // Уголь. 1998. № 3. С. 29–31.
10. Гридчин В. С., Шаталов В. Ф. Повышение эффективности использования ленточных конвейеров на шахтах. // Горные машины и автоматика. 2002. № 8. С. 29–31.
11. Дьяков В. А., Шахмейстер Л. Г., Дмитриев В. Г. Ленточные конвейеры в горной промышленности. М. : Недра, 1982.
12. Кожушко Г. Г. Исследование напряженно-деформированного состояния резинотканевых конвейерных лент в линейной части конвейера. // Известия вузов. Горный журнал. 1976. № 2. С. 117–126.
13. Конвейерный транспорт: ленты, ролики, эксплуатация. 4-я Международная научно-практическая конференция. // Горная промышленность. 2004. № 3. С. 27–29.
14. Кулешов А. А., Тарасов Ю. Д., Васильев К. А., Докукин В. П., Николаев А. К. Проблемы шахтного и карьерного транспорта на современном этапе и пути их решения. // Горные машины и автоматика. 2004. № 2. С. 23.
15. Мягков С. Д. Деформированное состояние движущейся конвейерной ленты между роликоопорами. В кн.: Шахтный и карьерный транспорт. № 1. М. : Недра, 1974. С. 120–123.
16. Подпорин Т. Ф. Экспериментальные исследования по определению эквивалентности коэффициента сопротивления движения ленты конвейеров в шахтных условиях // Исследования в области стационарных и транспортных машин. Кемерово. 1993.
17. Тарасов Ю. Д. Транспортные машины непрерывного действия. С.-Пб. : Санкт-Петербургский горный институт, 2009 г.
18. Юрченко В. М. Состояние и направления развития конвейерного транспорта угольных шахт // Исследования в области стационарных и транспортных машин. Кемерово. 1993. С. 43–47.
19. Глебов А. В., Кармаев Г. Д. Конструкция устройства для улавливания конвейерных лент и методика расчета основных параметров ловителей // Наука и техника. № 3. 2019. Т. 18. С. 223–232.
20. Шахмейстер Л. Г., Солод Г. И. Подземные конвейерные установки. М. : Недра, 1976.

© 2026 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:

Фомин Анатолий Иосифович – профессор, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), доктор технических наук, профессор, e-mail: fominai@kuzstu.ru

Ушаков Егор Николаевич – горный инженер, руководитель лаборатории неразрушающего контроля ООО ЦПБ и НК (650071, Россия, г. Кемерово, пр. Весенний, 12/16, 2), e-mail: e.n.usakov@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Фомин Анатолий Иосифович – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, концептуализация исследования.

Ушаков Егор Николаевич – постановка исследовательской задачи, обзор соответствующей литературы, сбор и анализ данных, выводы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-95-103

Anatoly I. Fomin¹, Egor N. Ushakov²

¹ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

² Center for industrial safety and non-destructive testing Limited liability company

* for correspondence: e.n.usakov@mail.ru

RATIONALE FOR CHOOSING THE DESIGN OF A CATCHING DEVICE FOR A BREMSBERG BELT CONVEYOR IN COAL MINES

Abstract.

Belt conveyors are the most widespread and efficient mode of transportation in coal mines. Depending on the inclination angle and direction of material transport, belt conveyors are classified into three main types: horizontal, uphill, and downhill (bremsberg) conveyors.

For downhill (bremsberg) belt conveyors, there are design solutions for capturing the upper strand of the conveyor belt in case of its rupture. However, these solutions have not gained wide adoption in Kuzbass coal mines due to their complex design and low operational efficiency.

The study analyses the safety requirements set forth in regulatory and technical documents for catching (belt-arresting) devices. It has been established that underground belt conveyors with installation angles exceeding 10° must be equipped with devices capable of catching the conveyor belt in the event of its rupture.

Conveyor installation angles below 10° are not considered in this paper, as such configurations have a low potential to lead to significant consequences (economic losses and risk of personnel injury) if an incident occurs.

Existing design solutions for catching conveyor belts in case of rupture have been reviewed based on a patent search. As a result of the research, groups of catching devices have been identified. For each group, advantages and disadvantages have been determined, and the optimal method for catching the upper strand of a downhill (bremsberg) belt conveyor during transportation of people and cargo has been justified.

A rational design type and operating principle have been established for a catching device of the upper strand of a downhill (bremsberg) belt conveyor used for transporting people and cargo. This design complies with the requirements set forth in current regulatory documents.

As a result, it has been substantiated that the group of lever-type catchers for the upper strand of downhill (bremsberg) underground belt conveyors — whose operation is based on the principle of stopping the belt by lifting it above the roller supports using stopping elements — ensures: reliable catching and holding of the conveyor belt on downhill conveyors; unobstructed safe passage of people along the upper strand of the belt; elimination of passenger injuries during activation; independence from external energy sources.



Article info

Received:

20 October 2025

Accepted for publication:

15 March 2026

Accepted:

15 April 2026

Published:

04 June 2026

Keywords: *bremsberg belt conveyor, catching device, catcher, conveyor belt, coal mine*

REFERENCES

1. Shakhmeister L.G., Lyashkevich P.A., Fokhtin V.G. Catchers for inclined belt conveyors: brochure. M.: Ministry of Coal Industry of the USSR; 1972.
2. Tarasov Yu.D. Braking and catching devices of belt conveyors: a textbook for universities. St. Petersburg: Politekhnika Publishing House; 1999.
3. Tarasov Yu.D., Fedorov F.V. Prospects for improving technical means for catching belts of inclined and Bremsberg conveyors. *Notes of the Mining Institute*. 2008; 178:95–101.
4. Patent RU 2067070 C1. A method for stopping a conveyor belt in the event of a break and a device for its implementation. Applicant: Gerasimov G.K., Eshherkin A.V., Chernov R.I.; publ. 09/27/1996. Bull. № 27.
5. Ushakov E.N. Conveyor belt catcher on inclined and Bremsberg belt conveyors. *Scientific and technical journal "Vestnik NC VostNII"*. 2011; 2:131–132.
6. Patent 2067070 USSR, MPK® B65G43/06. A method for stopping a conveyor belt in case of its breakage and a device for its implementation / Gerasimov G.K., Eshherkin A.V., Chernov R.I.; applicant and patent holder Vostochny scientific-research. Institute for Work Safety in the Mining Industry. № 94018354/03; application 05/19/94; publ. 20.11.01. Bull. № 32.
7. Vasiliev K.A., Nikolaev A.K. Transport vehicles. Study guide. St. Petersburg: St. Petersburg Mining Institute; 2003.
8. Volotkovsky V.S., Nokhrin E.G., Gerasimova M.F. Wear and durability of conveyor belts. M: Subsoil; 1976.
9. Gridchin V.S., Babaykin V.I., Chernov R.I., Eshcherkin A.V. On the problems of operating inclined belt conveyors in mine workings and galleries of technological complexes. *Coal*. 1998; 3:29–31.
10. Gridchin V.S., Shatalov V.F. Increasing the efficiency of using belt conveyors in mines. *Mining machines and automation*. 2002; 8:29–31.
11. Dyakov V.A., Shakhmeister L.G., Dmitriev V.G. Belt conveyors in the mining industry. M.: Nedra; 1982.
12. Kozhushko G. G. Study of the stress-strain state of rubber-fabric conveyor belts in the linear part of the conveyor. *News of universities: Mining magazine*. 1976; 2:117–126.
13. Conveyor transport: belts, rollers, operation - 4th International Scientific and Practical Conference. *Mining industry*. 2004; 3:27–29.
14. Kuleshov A.A., Tarasov Yu.D., Vasiliev K.A., Dokukin V.P., Nikolaev A.K. Problems of mine and quarry transport at the present stage and ways to solve them. *Mining machines and automation*. 2004; 2:23.
15. Myagkov S.D. Deformed state of a moving conveyor belt between roller supports. In the book: Mine and quarry transport. № 1. M.: Nedra; 1974. Pp. 120–123.
16. Podporin T.F. Experimental studies to determine the equivalence of the coefficient of resistance to movement of conveyor belts in mine conditions. *Research in the field of stationary and transport machines*. Kemerovo, 1993.
17. Tarasov Yu.D. Continuous transport machines. St. Petersburg: St. Petersburg Mining Institute; 2009.
18. Yurchenko V.M. State and directions of development of conveyor transport in coal mines. *Research in the field of stationary and transport machines*. Kemerovo, 1993. Pp. 43–47.
19. Glebov A.V., Karmaev G.D. Design of a device for catching conveyor belts and methods for calculating the main parameters of catchers. *Science and technology*. 2019; 3(18):223–232.
20. Shakhmeister L.G., Malt G.I. Underground conveyor installations. M.: Nedra; 1976.

© 2026 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Anatoly I. Fomin – Professor of the Department of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education " T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University " (650000, Russia, Kemerovo, Vesennyya street, 28), Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: fominai@kuzstu.ru.

Egor N. Ushakov – mining engineer, head of non-destructive testing laboratory of Center for industrial safety and non-destructive testing Limited liability company (650071, Russia, Kemerovo, Vesennij prospect, 12/16, 2), e-mail: e.n.usakov@mail.ru

Contribution of the authors:

Anatoly I. Fomin – formulation of the research problem, scientific management, conceptualization of the study.

Egor N. Ushakov – formulation of the research problem, review of relevant literature, collection and analysis of data, conclusions, writing the text.

Authors have read and approved the final manuscript.

