

УДК 622.647.2

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ УЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ**

Фомин А.И.<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, Ушаков Е.Н.<sup>2</sup>, горный инженер, руководитель  
лаборатории неразрушающего контроля (ООО ЦПБ и НК, г. Кемерово)

<sup>1</sup>Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

<sup>2</sup>ООО ЦПБ и НК, г. Кемерово

Улавливающее устройство ленточного конвейера (УУЛК) является одним из элементов, обеспечивающих безопасную эксплуатацию ленточного конвейерного транспорта. В научной литературе таким устройствам уделяется не достаточное внимание. Как правило приводится описание принципов улавливания конвейерной ленты в случае ее обрыва и некоторые конструктивные решения, которые практически не встречаются на предприятиях, эксплуатирующих опасные производственные объекты. Ввиду этого целесообразно было обратиться к такому источнику информации, как патенты на изобретение и полезные модели. Стоит признать, что подавляющее большинство конструктивных решений, описанных в них, так же никогда не воплощались на практике. Но, с другой стороны, это дает представление, в каких направлениях идеи создания таких устройств.

В результате проведенного исследования было проанализировано 85 патентов (авторских свидетельств) на изобретения и полезные модели в области конвейерного транспорта, которые относятся к устройствам улавливания ленты конвейера. При этом охвачен период в 50 лет с 1963 г. по 2013 г. После 2013 г. не было найдено принципиально новых схем работы УУЛК, все патенты основаны на уже ранее разработанных образцах.

Улавливающие устройства ленточных конвейеров конструктивно оснащены исполнительными органами (ИО), которые непосредственно взаимодействуют с конвейерной лентой при ее улавливании.

Воздействие исполнительных органов ловителей на конвейерную ленту основаны на следующих принципах работы:

1 Заклинивание конвейерной ленты.

Действие основано на принципе заклинивания и самозатягивания конвейерной ленты между элементами конструкции ИО, просвет в которых меньше толщины ленты при его срабатывании. ИО может воздействовать на конвейерную ленту по всей ширине с обеих сторон [1] или по бортам ленты [2]. Действие эксцентриковых ИО также основано на заклинивании конвейерной ленты между элементами конструкции.

2 Деформация конвейерной ленты.

Принцип основан на изменении геометрических параметров поперечного или продольного сечения желоба конвейерной ленты, например сдавливание ее со стороны бортов, создавая при этом сопротивление ее движению. Воздействие ИО на конвейерную ленту может быть с рабочей стороны [3], нерабочей стороны [4] и с обеих сторон [5].

### 3 Притягивание конвейерной ленты к ИО.

Принцип основан на притягивании конвейерной ленты с нерабочей стороны к ИО ловителя посредством создания вакуума [6] или магнитного поля [7]. Магнитный ИО имеет существенное ограничение, при котором его можно использовать только с резинокросовой конвейерной лентой.

### 4 Фрикционное взаимодействие ИО и конвейерной ленты.

Тормозное усилие создается за счет фрикционного взаимодействия ИО с конвейерной лентой с рабочей стороны [8], нерабочей стороны [9] и с обеих сторон [10].



Рис 1 – Диаграмма распределения количества конструктивных решений по принципу взаимодействия ИО с конвейерной лентой

Самой многочисленной группой являются фрикционные ИО, их доля составляет 44% от общего числа рассмотренных УУЛК.

Практическое применение УУЛК при эксплуатации в составе ленточных конвейеров в реальных условиях опасных производственных объектов возможно прежде всего при их полном соответствии требованиям действующих нормативных документов по промышленной безопасности.

Наряду с прочими требованиями безопасности, основным требованием является безопасный проезд людей на ленточном конвейере и исключение их травмирования при срабатывании УУЛК. Для этого конструкция УУЛК не должна иметь элементов, находящихся над верхней ветвью ленты при нормальном режиме работы конвейера, и обеспечивать улавливание верхней ветви конвейерной ленты без ее повреждения путем воздействия на ее нерабочую обкладку, с сохранением желобчатости.

Ловители с притягивающими ИО на первый взгляд имеют наиболее оптимальную конструкцию для обеспечения безопасности проезда людей на верхней ветви конвейерной ленты, а именно: сохранение желобчатости, плавную характеристику торможения, универсальность применения в зависимости от угла транспортирования, но они имеют и существенные недостатки. Для работы магнитным УУЛК необходима сторонняя электрическая энергия, что безусловно снижает их надежность. Также магнитные УУЛК могут работать только с резиноканальными конвейерными лентами, которые в большинстве случаев применяются только на магистральных ленточных конвейерах и имеют большую стоимость по сравнению с резиноканальными. Вакуумные УУЛК обладают теми же преимуществами, что и магнитные, но их конструкция еще более усложнена наличием вакуумной системы. Использование источников сторонней энергии существенно снижает безопасность применения УУЛК из-за более высокой вероятности отказа по сравнению с полностью механическими системами.

Некоторые типы ловителей, деформирующих конвейерную ленту возможно применять при транспортировании людей. При этом воздействие ИО должно приходиться на нерабочую сторону конвейерной ленты. Сохранение желобчатости конвейерной ленты не может быть обеспечено в полной мере, что опосредованно может привести к травме.

Ловители с клиновыми ИО невозможно использовать при транспортировании людей ленточным конвейером, так как принцип их работы основан на заклинивании конвейерной ленты между элементами конструкции, а для этого воздействие осуществляется с обеих сторон ленты. То есть ловители как при нормальном режиме работы, так и при обрыве конвейерной ленты, имеют выступающие части над рабочей стороной верхней ветви.

Фрикционные ИО ловителей наиболее конструктивно разнообразны, но для обеспечения безопасности при транспортировании людей ленточным конвейером, их воздействие должно происходить с нерабочей стороны конвейерной ленты, с сохранением ее желобчатости, при этом не иметь выступающих элементов над рабочей стороной ленты верхней ветви конвейера. Самым простым решением является применение роликов одностороннего вращения, которые удовлетворяют вышеперечисленным требованиям, но их область применения ограничена только уклонными конвейерами. Принцип поднятия желоба конвейерной ленты тормозными элементами на роликотпорами является оптимальным решением как для уклонных, так и бремсберговых конвейеров, в качестве универсальной конструкции УУЛК.

Из рассмотренных конструктивных решений (85 патентов) выявлено, что современным требованиям безопасности при транспортировке горной массы, грузов и людей соответствуют только 6. При этом 3 из них являются вакуумными и 1 магнитным.

Магнитный УУЛК имеет ограничения по применимости по типу конвейерной ленты, его принцип работы основан на взаимодействии ИО с конвейерной лентой со стальным кордом (резинотросовая лента). При эксплуатации резинотросовой конвейерной ленты на конвейерах в выработках с углами наклона от  $10^0$  до  $18^0$  допускается улавливающие устройства заменять на устройства контроля целостности тросов (п.237 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах», приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 №507). В связи с этим разработка и применение улавливающих устройств при эксплуатации резинотросовых конвейерных лент не целесообразна.

Для работы вакуумного УУЛК необходимо наличие 2 систем сторонней энергии: электрической и пневматической, что значительно усложняет конструкцию и повышает вероятность отказа.

В результате остается только 2 конструкции, которые соответствуют современным требованиям по безопасности и не зависят от источников сторонней энергии. К ним относятся патенты на изобретение «Бремсберговый ленточный конвейер. №RU 2 281 899 C1, Тарасов Ю.Д.» [11] и «Наклонный ленточный конвейер. Тарасов Ю.Д., №RU 2 408 519 C2» [12]. Принцип действия первого основан на натяжении 2 тросов, находящихся под верхней ветвью конвейерной ленты, которые поднимают ее над роlikоопорами по всей длине конвейера, при обрыве. Тормозное усилие создается в местах контакта стального троса с нерабочей стороной верхней ветви конвейерной ленты. Принцип действия второго основан на провисании верхней ветви конвейерной ленты за счет собственного веса между роlikоопор и торможение ее за счет контакта с поперечными балками, при этом лента остается в контакте с роlikоопорами. Эти патенты являются теоретическими разработками, в литературе отсутствует информация об их применении в условиях производств, а также отсутствуют расчеты создаваемого тормозного усилия, для оценки эффективности их работы.

В результате можно выделить особенности конструкции улавливающего устройства ленточного конвейера, применяемого на грузо-людском конвейере, с учетом современных требований безопасности:

- 1 Воздействие на нерабочую сторону конвейерной ленты.
- 2 Сохранение желобчатости при срабатывании ловителя.
- 3 Независимость от сторонней энергии. Принцип работы ловителя и датчика обрыва должен быть основан только на использовании механической энергии.

4 Отсутствие выступающих элементов над рабочей стороной верхней ветви конвейерной ленты при нормальной работе и при обрыве конвейерной ленты.

Таким образом получается, что в настоящее время отсутствует эффективное конструктивное решение устройства улавливания ленточного конвейера, обеспечивающее его безопасное применение.

Оптимальной конструкцией УУЛК является – рычажная с фрикционным исполнительным органом, воздействующим на конвейерную ленту с нерабочей стороны. Сам ИО может быть выполнен в виде: трубы круглого сечения, заточенной планки (ножевой ИО) или планки с штырями (зубьями и др.).

ИО в виде трубы круглого сечения имеет меньший коэффициент сцепления по сравнению с ножевым ИО и соответственно развивает меньшее тормозное усилие при улавливании конвейерной ленты.

Применение ИО с штырями, зубьями и подобными элементами создает высокую вероятность нарушения целостности ленточного полотна, что приведет к лишним временным и финансовым затратам по замене поврежденных участков конвейерной ленты.

#### **Выводы:**

В результате проведенного исследования выявлено, что в настоящее время отсутствует эффективное конструктивное решение исполнительного органа устройства улавливания ленточного конвейера, которое обеспечивает безопасное улавливание конвейерной ленты в случае ее обрыва, при транспортировке людей. Для эффективной и безопасной работы УУЛК на грузопассажирских ленточных конвейерах исполнительный орган должен быть выполнен в виде заточенной с одной стороны планки, имеющей форму желоба, повторяющего поддерживающую верхнюю роликотопору.

#### **Список литературы:**

1. Гридин И.Е., Беккер Г.Х., Плетнев А.Г. Устройство для улавливания ленты ленточного конвейера. №SU 179 666 A1, МПК B65G43/06. 884511/27-11; Заявл. 24.02.1964, Оpubл. 08.02.1966, Бюл. №5.
2. Хайлов К.И., Цоглин А.Н., Кузнецов В.С. Устройство для улавливания конвейерной ленты. Государственный проектный институт «Союзпроммеханизация». №SU 361 946 A1, МПК B65G43/06. 1616264/27-11; Заявл. 20.01.1971, Оpubл. 13.12.1972, Бюл. №2.
3. Шаповалов Ю.М., Тимошин В.В. Устройство для улавливания ленты конвейера в случае ее обрыва. Дзержинский научно-исследовательский и проектный институт цветной металлургии. №SU 882 876 A1, МПК B65G43/06. 2900247; Заявл. 28.03.1980, Оpubл. 23.11.1981, Бюл. №43.
4. Савин В.И. Способ улавливания конвейерной ленты и устройство для его осуществления. ОАО «Михайловский ГОК». №RU 2 230 696 C2, МПК B65G43/06. 2002113848/03; Заявл. 27.05.2002, Оpubл. 20.06.2004.

5. Шаповалов Ю.М., Морозов Г.С., Шулекин Ю.И. Устройство для улавливания конвейерной ленты. Дзержинский научно-исследовательский и проектный институт цветной металлургии Министерства цветной металлургии Казахской ССР. №SU 901 186 A1, МПК B65G43/06. 2939196; Заявл. 11.06.1980, Опубл. 30.01.1982, Бюл. №4.
6. Васильев К.А., Эйст Ю.А. Вакуум-ловитель конвейерной ленты. Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова. №RU 2 092 416 C1, МПК B65G43/06. 93052926/03; Заявл. 22.11.1993, Опубл. 10.10.1997.
7. Проскурин В.И., Боев Н.И., Глухов В.А., Сотников В.Г., Трушенко Н.В., Чернышев В.М., Пристромский В.А., Школьников А.М. Устройство для улавливания конвейерной ленты в случае ее обрыва. №SU 543 588 A1, МПК B65G43/06. 2151043/03; Заявл. 01.07.1975, Опубл. 25.01.1977. Бюл. №3.
8. Тарасов Ю.Д. Устройство для улавливания конвейерной ленты в случае ее обрыва. Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет). №RU 2 043 284 C1, МПК B65G43/06. 5038111/03; Заявл. 17.04.1992, Опубл. 10.09.1995.
9. Тарасов Ю.Д. Роликовый останков. Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет). №RU 2 424 172 C2, МПК B65G43/06. 2009136873/11; Заявл. 05.10.2009, Опубл. 20.07.2011. Бюл. №20.
10. Сашко К.В., Романюк Н.Н., Гришан К.Ю., Воропаева Н.А. Устройство для улавливания ленты конвейера в случае ее обрыва. Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет». №BY 16 286 C1. МПК B65G43/06. а 20100810; Заявл. 25.05.2010, Опубл. 30.08.2012.
11. Тарасов Ю.Д. Бремсберговый ленточный конвейер. Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет). №RU 2 281 899 C1, МПК B65G43/06. 2005105911/11; Заявл. 02.03.2005, Опубл. 20.08.2006. Бюл. №23.
12. Тарасов Ю.Д. Наклонный ленточный конвейер. Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет). №RU 2 408 519 C2, МПК B65G43/06. 2009102570/11; Заявл. 26.10.2009, Опубл. 10.08.2010, Бюл. №22.
13. Галкин В.И., Дмитриев В.Г., Дьяченко В.П., Запенин И.В., Шешко Е.Е. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий. М.: Издательство МГГУ. 2005.
14. Григорьев В.Н., Дьяков В.А., Пухов Ю.С. Транспортные машины для подземных разработок. М.: «Недра». 1984.
15. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение, 1983 г.
16. Тарасов Ю.Д. Транспортные машины непрерывного действия. С.-Пб.: Санкт-Петербургский горный институт, 2009.

17. 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.

18. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров. М.: Машиностроение, 1978.

19. Шахмейстер Л.Г., Ляшкевич П.А., Фохтин В.Г. Ловители для наклонных ленточных конвейеров: брошюра М.: Министерство угольной промышленности СССР, 1972.

**PM 2026**

### ЗАЯВКА

|                       |                                                                                                                          |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Секция</b>         | Горные машины и комплексы                                                                                                |
| <b>Доклад</b>         | АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ<br>ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ УЛАВЛИВАЮЩИХ<br>УСТРОЙСТВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ      |
| <b>Формат участия</b> | Очно/ <u>заочно</u> /дистанционно                                                                                        |
| <b>Телефон</b>        | 8-903-943-88-19<br>8-913-301-68-74                                                                                       |
| <b>Е-mail</b>         | <a href="mailto:fominai@kuzstu.ru">fominai@kuzstu.ru</a><br><a href="mailto:e.n.ushakov@mail.ru">e.n.ushakov@mail.ru</a> |
| <b>Примечание</b>     |                                                                                                                          |
| <b>Авторы</b>         | Фомин Анатолий Иосифович<br>Ушаков Егор Николаевич                                                                       |
| <b>Руководители</b>   | Фомин Анатолий Иосифович                                                                                                 |