УДК 621.867.2

Ю.Д.ТАРАСОВ, Ф.В.ФЕДОРОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ЛЕНТ УКЛОННЫХ И БРЕМСБЕРГОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Показана актуальность совершенствования систем улавливания лент наклонных конвейеров, предложена их классификация, приведены схемы наиболее характерных типов ловителей.

Actuality of improving belt capture systems of inclined conveyors is showed, the classification of this systems and schemes of the most indicative types are safety gear.

В соответствии с правилами безопасности на горных предприятиях все наклонные ленточные конвейеры с углом наклона более 6°, подъемные, уклонные и бремсберговые подземные конвейеры, а также ленточные конвейеры поверхностного комплекса шахт и рудников должны быть оборудованы техническими средствами для улавливания лент в случае их обрыва в процессе эксплуатации. Аналогичное требование предъявляется к наклонным ленточным конвейерам на дробильно-сортировочных заводах, обогатительных и агломерационных фабриках горно-металлургической, нерудной, неметаллорудной и других отраслей промышленности.

Между тем конструктивные и эксплуатационные параметры используемых на промышленных предприятиях улавливающих систем на конвейерном транспорте следует признать неудовлетворительными по таким важнейшим показателям как величина тормозного усилия, величина тормозного пути, особенно в случае установки ловителей на бремсберговых конвейерах, надежность самого процесса улавливания оборвавшейся ленты.

Ограниченное по величине тормозное усилие, развиваемые единичным ловителем, вызывает необходимость размещения на конвейере значительного числа ловителей с минимальным шагом по длине конвейера; их расчетное число может доходить до нескольких десятков на один конвейер. Это приводит к значительным капитальным затратам и эксплуатационным расходам, связанным с поддержанием ловителей в рабочем состоянии. Более того, при большом числе ловителей практически невозможно обеспечить их одновременное срабатывание, что существенно снижает надежность системы улавливания.

Увеличенный тормозной путь приводит к резкому возрастанию нагрузок на рабочие органы ловителей и на саму улавливаемую ленту и к росту трудоемкости работ по восстановлению конвейера после аварии.

Большинство конструкций применяемых на практике ловителей основаны на улавливании оборвавшейся ленты за ее боковые кромки. Однако при эксплуатации ленточных конвейеров, даже оснащенных достаточно надежными центрирующим устройствами, неизбежны поперечные смещения ленты относительно опорных конструкций, что при срабатывании ловителей после обрыва ленты может привести и часто приводит к одностороннему захвату ленты и ее повторному обрыву с вырывом боковой кромки ленты из рабочих органов ловителя.

Обоснованный выбор улавливающих систем для наклонных ленточных конвейеров может быть облегчен при систематизации всего арсенала технических средств для улавливания. Существующие и находящиеся в стадии исследований и разработки тех-

нические средства для улавливания оборвавшихся лент наклонных конвейеров* как с традиционными стационарными роликовыми опорами и опорами скольжения, так и ленточных конвейеров с подвесной лентой при различных системах ее опирания, могут быть классифицированы по следующим основным признакам.

• По назначению: для использования на уклонных конвейерах; для бремсберговых конвейеров; универсальные – для уклонных и бремсберговых конвейеров; только для грузовых конвейеров; для грузолюдских конвейеров; для конвейеров со стационарными роликовыми опорами для ленты; для конвейеров с подвесной лентой; для конвейеров с любым способом опирания ленты.

• По области использования: только для грузонесущей ветви ленты; для улавливания только нерабочей ветви ленты; для одновременного улавливания обеих ветвей ленты.

• По принципу действия системы улавливания: при автоматическом срабатывании сразу после обрыва ленты; при срабатывании по сигналу датчика обрыва ленты.

• По способу улавливания: с использованием специальных устройств (ловителей), которыми должен быть оснащен конвейер; с использованием модернизированных элементов самого конвейера; с использованием конструктивных особенностей самого ленточного конвейера (без каких-либо дополнительных конструктивных элементов).

• По способу создания тормозного усилия для улавливания оборвавшейся ленты: без деформации лотка ленты; с деформацией лотка ленты.

• По месту приложения тормозного усилия по длине конвейера: с дискретным (точечным) приложением тормозных сил; с распределенным приложением тормозного усилия.

• По направлению воздействия затормаживающего органа на конвейерную ленту: с активным взаимодействием с поверхностью ленты снизу и пассивным сверху; с активным взаимодействием с поверхностью ленты сверху и с пассивным снизу; с активным взаимодействием с поверхностью ленты сверху и снизу; с боков конвейерной ленты; снизу конвейерной ленты.

• По конструкции рабочего органа улавливающего устройства: рычажные; кромочные; рамочные; канатные; канатно-петлевые; туннельные; туннельно-клиновые; роликовые; вакуумные; магнитные; с использованием опорных элементов самого ленточного конвейера.

• По виду источника энергии, затрачиваемой на создание потребного тормозного усилия: с использованием внешнего источника энергии; с использованием кинетической энергии движущейся вниз оборвавшейся конвейерной ленты.

Ниже дана краткая характеристика существующих устройств для улавливания конвейерных лент при их обрывах.

Роликовые ловители (рис.1) выполняются в виде встроенных в ролики храповых (рис.1. *а*), пружинных (рис.1, *б*) или стержневых (рис.1. *в*) стопорных приспособлений. Недостатки – малая величина тормозного усилия, возможность использования только на уклонных конвейерах, износ стопорных элементов при нормальной работе конвейера, удорожание конструкции опорных устройств и их технического обслуживания. Группа роликов может затормаживаться с помощью кинематически связанных между собой канатами клиновых стопоров. Недостатки – сложность конструкции, необходимость в приводе, включение – только от датчика обрыва ленты.

Кромочные ловители (рис.2) выполняются в виде маятниковых одно- и двухкулачковых, эксцентриковых, клиновых и планочных устройств. Недостатки – ограниченная величина тормозного усилия, возможность использования только на уклонных конвейерах, возможность отказа с вырывом борта ленты при ее поперечном смещении, необходимость в приводе и в датчике обрыва ленты, сложность в обеспечении синхронного срабатывания при большой длине наклонного участка конвейера.

* *Тарасов Ю.Д.* Тормозные и улавливающие устройства ленточных конвейеров. СПб: Политехника, 1999.

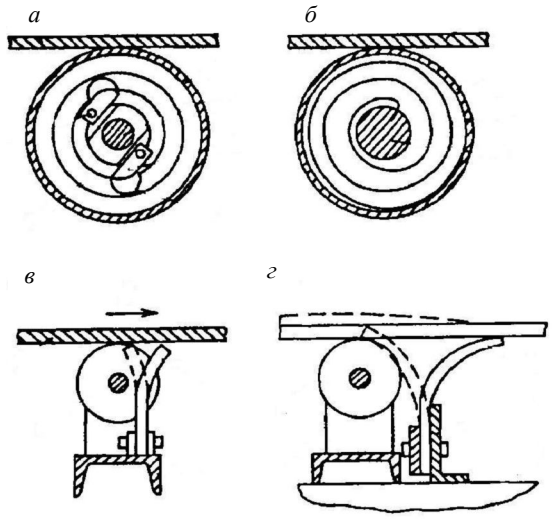


Рис.1. Роликовые стопорные устройства с непосредственной индивидуальной системой торможения

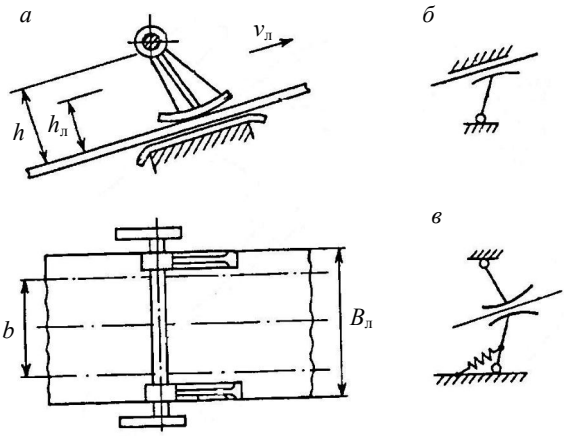


Рис.2. Кромочные ловители: *а* – однокулачковый с верхним расположением кулачков; *б* – с нижним расположением кулачков; *в* – двухкулачковый с верхним и нижним расположением кулачков

Туннельные ловители (рис.3) выполняются в виде расположенных над свободными от груза кромками ленты ограничителями – продольными канатами или прутками. Затормаживание ленты происходит в процессе ее скатывания вниз с образованием между ограничителями и рамой конвейера «гармошки». Недостатки – значительная величина тормозного пути, возможность отказа при поперечных смещениях ленты

Рамочные ловители выполняются в виде прямоугольных жестких рамок, закрепленных на раме конвейера неподвижно или шарнирно (включаются приводом от датчика обрыва ленты). Недостатки – ограниченная величина тормозного усилия, значительная величина тормозного пути.

Вакуумные ловители (рис.4) выполняются неприводными и приводными в виде размещенных под лентой камер с создаваемым в них разрежением воздуха с помощью вакуум-насоса или ресивера. Недостатки – ограниченная величина тормозного усилия, необходимость во внешнем источнике энергии и датчике обрыва ленты.

Магнитные ловители выполняются в виде неподвижных или подвижных электромагнитов, размещенных под грузонесущей ветвью ленты. Недостатки – ограниченная величина тормозного усилия, возможность использования при транспортировании конвейером ферромагнитных грузов или при наличии резинотросовой ленты, необходимость во внешнем источнике энергии и датчике обрыва ленты.

Общими существенными недостатками существующих конструкций ловителей являются ограниченная величина тормозного усилия и, как следствие, – необходимость размещения на каждом наклонном конвейере значительной длины до нескольких десятков ловителей, что отрицательно сказы-

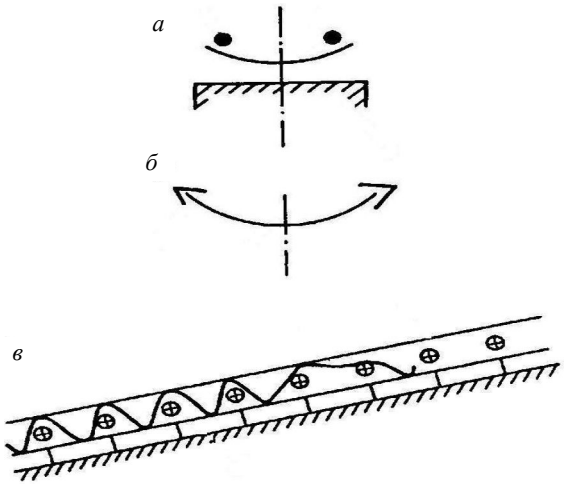


Рис.3. Ловители туннельного типа: *а*, *б* – с продольно размещенными рабочими элементами; *в* – схема улавливания ленты

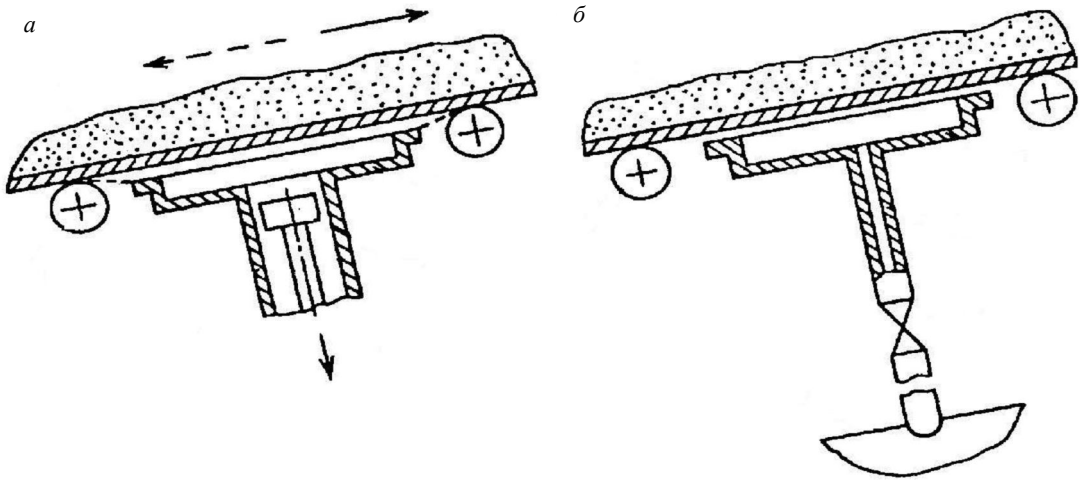


Рис.4. Вак4уумные ловители приводные (*а*) и неприводные (*б*)

вается на надежности системы улавливания ленты и поддержании оборудования для ее реализации в надлежащем рабочем состоянии, учитывая относительно небольшую частоту срабатывания ловителей, а также возможность одновременного улавливания только одной ветви ленты, невозможность использования ловителей на грузолюдских конвейерах из-за принятого способа захвата ленты (сверху за боковые кромки ленты) или из-за малой надежности срабатывания ловителей.

На кафедре горных транспортных машин Санкт-Петербургского горного института многие годы ведутся исследования и разработки, связанные с совершенствованием основного оборудования для ленточных конвейеров различного назначения, в том числе систем улавливания конвейерных лент при их обрывах с целью улучшения технических характеристик ловителей, расширения возможностей их использования и повышения надежности работы.

Рычажные ловители с боковым захватом (а.с. 199749; 207107; 207108; 244932 РФ) предназначены для улавливания грузонесущей ветви грузовых уклонных и бремсберговых конвейеров, срабатывают при обрыве ленты от механического включающего устройства. Основаны на самозахвате и сжатии с боков движущейся после обрыва ленты с находящимся на ней грузом тормозными башмаками, закрепленными на шарнирных двухзвенниках, установленных на тележке или раме конвейера.

Рычажные ловители с нижним захватом (а.с. 1467005; 1590423 РФ) предназначены для одновременного улавливания грузонесущей и нерабочей ветвей грузовых уклонных и бремсберговых конвейеров. Срабатывают от механического включающего устройства. Основаны на прижатии ленты с грузом к закрепленной над грузонесущей ветвью ленты плите криволинейного профиля с помощью двуплечего рычага с противовесом цилиндрической формы, размещенного между ветвями. При повороте рычага противовес одновременно прижимает нерабочую ветвь ленты к нижней плите, обеспечивая улавливание и этой ветви.

Многозвенные рычажные ловители с нижним захватом (пат. 2130888 РФ) предназначены для одновременного улавливания грузонесущей и нерабочей ветвей грузовых и грузолюдских, уклонных бремсберговых конвейеров. Срабатывают от механического включающего устройства. Основаны на подъеме над роликоопорами обеих ветвей ленты с помощью двуплечих шарнирно установленных на раме конвейера рычагов, кинематически связанных между собой канатом с противовесом на конце.

Туннельно-клиновые ловители (пат. 2019481; 2043284 РФ; а.с. 1567465 РФ) предназначены для улавливания грузонесущей ветви уклонных конвейеров с автома-

тическим срабатыванием при изменении направления движения ленты после ее обрыва. Могут быть применены и на бремсберговых конвейерах при использовании механического включающего устройства. Основаны на самозаклинивании ленты находящимся на ней транспортируемым грузом между столом и закрепленным над лентой наклонным кожухом.

Кромочные эксцентриковые ловители (пат. 2184068 РФ) предназначены для улавливания грузонесущей или нерабочей ветви ленты грузового уклонного конвейера. Срабатывают при изменении направления движения ленты. Основаны на зажатии кромок ленты между эксцентриками и неподвижными плитами, расположенными под лентой. При этом эксцентрики при любом поперечном смещении ленты всегда находятся над ее бортовыми кромками в отличие от существующих конструкций кромочных ловителей, что существенно повышает надежность улавливания ленты за счет симметричного захвата ленты за оба ее борта.

Канатные ловители (рис.5, пат. 2186716; 2234448; 2241651; 2279387; 2279388; 2279389; 2279390; 2279391; 2281899 РФ) предназначены для одновременного улавливания грузонесущей и нерабочей ветвей грузовых и грузолюдских уклонных и бремсберговых конвейеров, оборудованных натяжными устройствами тележечного и вертикального типов при любых системах привода конвейерной ленты. Срабатывают автоматически при обрыве ленты. Основаны на подъеме над роликоопорами грузонесущей ветви ленты двумя продольно размещенными и кинематически связанными с кареткой натяжного барабана канатами с одновременным зажатием между тормозными башмаками нерабочей ветви ленты.

Канатно-петлевые ловители (рис.6, пат. 2285649; 2285650 РФ) предназначены для улавливания грузонесущей и нерабочей ветвей уклонных грузовых и грузолюдских конвейеров с подвесной лентой при любых схемах опирания бортов ленты, а также для конвейеров с традиционными роликовыми опорами. Срабатывают автоматически при изменении направления движения ленты. Основаны на подхвате снизу и вывешивании на гибких канатных подвесках участков ленты при отклонении подвесок в направлении скатывания ленты после обрыва.

Роликовые улавливающие устройства (рис.7, пат. 2184064; 2281900 РФ) предназначены для одновременного улавливания грузонесущей и нерабочей ветвей ленты уклонных и бремсберговых грузовых конвейеров с подвесной лентой при любом способе опирания бортов ленты. Срабатывают автоматически после обрыва ленты. Основаны на формирования тормозной силы (трения) при взаимодействии обеих ветвей с размещенными между ними на гибких подвесках роликами и поперечинами.

Стопорно-рычажное улавливающее устройство (рис.8, пат. 2184066 РФ) предназначено для улавливания грузонесущей ветви ленты уклонного грузового конвейера с подвесной лентой и ходовыми катками. Срабатывает при изменении направления движения ленты. Основано на захвате ходовых катков поворотными подпружиненными рычагами.

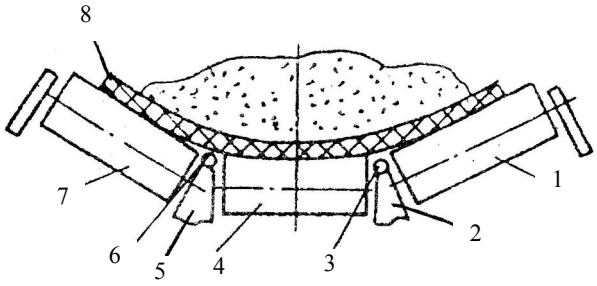


Рис.5. Канатный ловитель

1, 4, 7 – ролики; 2, 5 – кронштейны; 3, 6 – канаты, 8 – лента

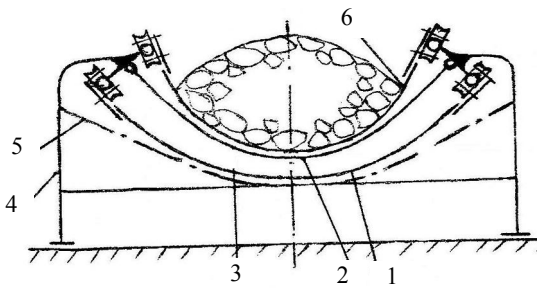


Рис.6. Канатно-петлевые ловители

1, 6 – нерабочая и грузонесущая ветви; 2, 5 – канаты ловителя; 4 – рама конвейера; 3, 6 – лента

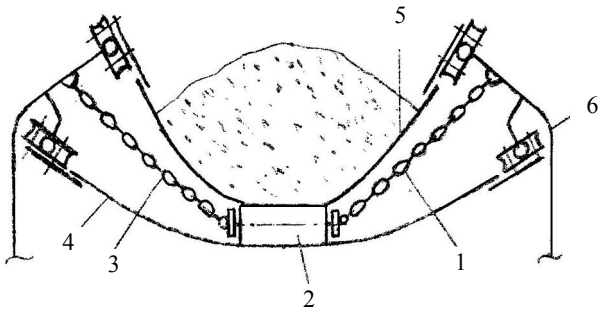


Рис.7. Роликовые ловители

1, 3 – цепные элементы; 2 – тормозные ролики; 4, 5 – лента; 6 – рама

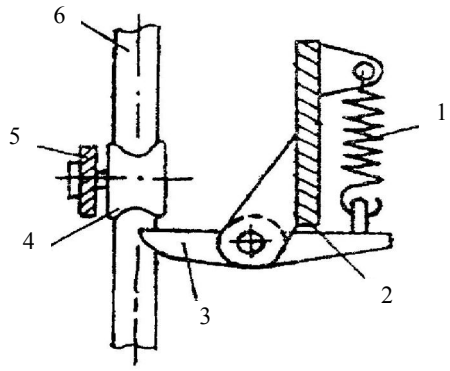


Рис.8. Стопорно-рычажный ловитель

1 – пружина; 2 – упор; 3 – двуплечный рычаг; 4 – ходовой каток с кронштейтном 5 ленты; 6 – трубчатая направляющая

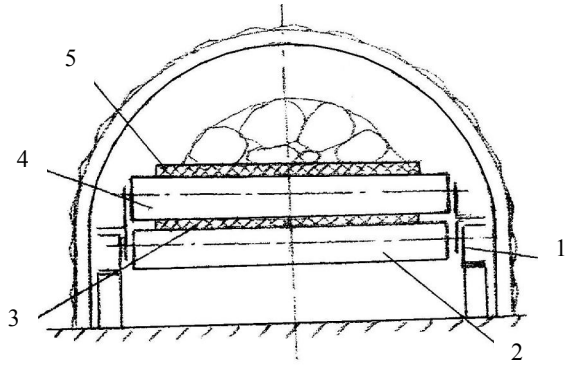


Рис.9. Улавливающая система на основе роликоопор

1 – рама конвейера; 2, 4 – роликоопоры; 3, 5 – лента

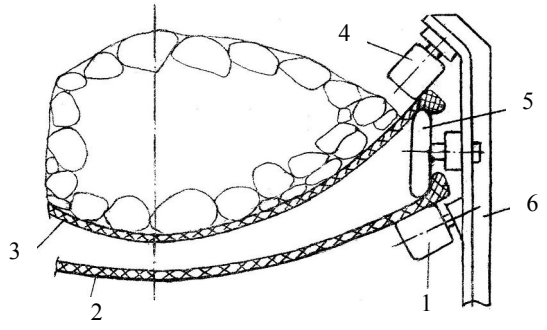


Рис.10. Улавливающая система на основе боковых опорных роликов

1, 4 – цилиндрические ролики; 2, 3 – ветви ленты; 5 – дисковой ролик; 6 – рама

Улавливающая система на основе роликоопор (рис.9, пат. 2299161 РФ) предназначена для одновременного улавливания грузонесущей и нерабочей ветвей ленты уклонных и бремсберговых, грузовых и грузолюдских конвейеров с опиранием ленты на прямые роликоопоры. Срабатывает автоматически сразу после обрыва ленты. Основана на формировании тормозной силы по всему тракту конвейера (включая и горизонтальные участки трассы) между обеими ветвями ленты и расположенными с возможностью взаимодействия с ними прямыми роликоопорами, которые после обрыва ленты не вращаются и работают как элементы трения. В данной системе улавливания использована особенность конструкции самого ленточного конвейера при полном отсутствии собственно улавливающих элементов.

Улавливающая система на основе боковых опорных роликов (рис.10, пат. 2287472 РФ) предназначена для одновременного улавливания грузонесущей и нерабочей ветвей уклонных и бремсберговых грузовых конвейеров с подвесной лентой с ее опиранием на стационарные боковые ролики и для конвейеров с подвесной лентой с закрепленными на ней ходовыми катками. Принцип действия аналогичен вышеописанному.

Выводы

Существующие в настоящее время и используемые на горных предприятиях улавливающие устройства характеризуются ограниченной величиной единичного тормозного усилия, что предполагает необходимость их

установки на конвейерах большой протяженности в достаточно большом количестве, что не только удорожает систему улавливания и поддержание ее в надлежащем работоспособном состоянии, но и неизбежно снижает надежность ее срабатывания из-за больших затруднений, связанных с синхронизацией включения всех элементов этой системы, практически из-за невозможности обеспечить их синхронное срабатывание, что часто приводит к полному скатыванию ленты с грузом в нижнюю часть става, завалу выработок и возможным несчастным случаям и травматизму обслуживающего персонала.

Разработанные конструкции улавливающих устройств по сравнению с существующими обладают следующими преимуществами:

- Отличаются значительной величиной развиваемого ими тормозного усилия, что на порядок сокращает потребное число ловителей для установки на конвейере.
- Улавливание ленты обеспечивается при минимальном тормозном пути, что снижает нагрузки на элементы улавливающего устройства и на саму ленту.
- Повышается надежность и безопасность процесса улавливания ленты.
- Сокращаются капитальные затраты и эксплуатационные расходы, связанные с системой улавливания лент наклонных конвейеров.
- Улавливающие устройства могут быть использованы практически на наклонных конвейерах любой длины.
- Для грузолюдских ленточных конвейеров из числа разработанных могут быть использованы улавливающие устройства с воздействием на нерабочую поверхность грузонесущей ветви конвейерной ленты снизу при минимальном изменении ее положения в вертикальной плоскости и без изменения формы лотка ленты в поперечном сечении. Этим требованиям удовлетворяют улавливающие устройства многозвенные рычажные, канатные, канатно-петлевые и улавливающие системы на основе опорных роликов.