

В.М. Юрченко

К ВОПРОСУ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Представлен анализ технических решений, обеспечивающих пожарную безопасность ленточных конвейеров. Прослеживается три направления: создание и применение конвейерных лент трудногорючих (трудногорючих); разработка и применение средств контроля работы ленточного конвейера; разработка и применение установок автоматического водяного пожаротушения. Анализ последних технических решений в области пожарной безопасности ленточных конвейеров показал, что успех может быть достигнут за счет применения средств контроля за изменением температуры по длине став конвейера и аппаратуры автоматического управления ленточными конвейерами, исключающей несанкционированный доступ.

Ключевые слова: ленточный конвейер, пожарная безопасность, причины возникновения пожаров, средства контроля за работой ленточного конвейера.

В рамках статьи представлен анализ последних достижений в области обеспечения пожарной безопасности шахтных ленточных конвейеров.

Исследованиями установлено, что в 30% экзогенных пожаров источником возникновения являются ленточные конвейеры. Распределение пожаров на ленточных конвейерах по местам их возникновения: 64% — на приводной станции, 25,2% — на линейном ставе (в том числе, 13% связаны с эксплуатацией неисправных и изношенных роликов), 10,8% — на натяжной станции [1–3].

Причины возникновения пожаров на ленточных конвейерах известны и хорошо изучены [1–4].

- уменьшение натяжения ленты из-за вытяжки;
- уменьшение натяжения ленты из-за уменьшения натяжения на натяжном устройстве;
- увеличение сопротивления движению ленты (натяжения) за счет увеличения грузопотока;
- увеличение натяжения ленты из-за обрушения крепи и породы на ленточный конвейер;
- увеличение сопротивления движению ленты (натяжения) из-за увеличения сопротивления вращению роликов;

- увеличение сопротивления движению ленты (натяжения) из-за остановки (выхода из строя) неприводного барабана;
- увеличение сопротивления движению ленты (натяжения) за счет заштыбовки приводной станции;
- увеличение сопротивления движению ленты (натяжения) за счет заштыбовки нижней ветви;
- нагревание роликов, вышедших из строя (заклинивание подшипниковых узлов) трением движущейся ленты;
- трение о стойки крепи, борт выработки, о неподвижные части металлоконструкции и став конвейера поперечного схода ленты;
- трение в результате наматывания на валы вращающихся барабанов оторвавшейся полосы ленты из-за поперечного схода;
- выход из строя подшипников электродвигателя и редуктора из-за перегрузки или неправильной регулировки;
- короткое замыкание электрооборудования конвейера и его электрической сети;
- загорание от посторонних источников (самовозгорание угля, взрывные работы, вспышка метана, вспышка легко воспламеняющихся минеральных масел, применяемых в гидропередачах и вулканизаторах).

Накопленный опыт эксплуатации и принятия мер, обеспечивающих пожарную безопасность ленточных конвейеров, позволяет выделить следующие направления:

- создание и применение конвейерных лент трудногораемых (трудногорючих);
- разработка и применение средств контроля работы ленточного конвейера;
- разработка и применение установок автоматического водяного пожаротушения.

Таким образом, очевидно, что при эксплуатации ленточного конвейера существуют три степени защиты от возникновения пожара.

Направление, связанное с созданием и применением конвейерных лент трудногораемых (трудногорючих), вполне обоснованно, так как следствием всех перечисленных причин является тепловое воздействие. Согласно требованиям РД 03-423-01 конвейерные ленты подвергаются испытаниям трением на барабане, предельная температура которого составляет 500 °С (для лент на поливинилхлоридной основе – не более 325 °С) [5]. Учитывая тот факт, что при работе ленточного конвейера тепловое воздействие, полученное лентой, с некоторым рас-

сеянием передается транспортируемому горючему полезному ископаемому и образуемому штыбу. Принимая во внимание классификацию НИИГД [6,7], можно утверждать, что при достижении температуры 200–280 °С начнется вторая фаза процесса возгорания материала. Подтверждением можно считать случаи возникновения пожара при внезапной остановке ленты, когда рассеяние тепла резко уменьшается, а температура материала возрастает выше 280 °С.

Необходимо отметить, что существующие средства контроля работы ленточного конвейера не контролируют температуру по длине конвейера.

Второе направление (разработка и применение средств контроля работы ленточного конвейера) представлено датчиками скорости УПДС (ДКС), датчиками поперечного схода ленты КСЛ, гидравлический датчик контроля натяжения ленты, датчик перегрузки (заштыбовки), датчик температуры приводного барабана (редуктора привода), работающими с комплексами автоматизированного управления конвейерами АУК.1М,

АУК-10ТМ, БИСУК-1, РКЛД-2М. Назначение средств контроля – предотвратить аварийное событие, т.е. пожар. Однако, систематически возникающие пожары на ленточных конвейерах показывают, что эффективность существующих систем управления и средств контроля недостаточна. Главный недостаток их в том, что они допускают несанкционированное вмешательство в работу системы управления (при расследовании причин пожаров на ленточных конвейерах установлено, что в 50% случаев аппаратура была заблокирована или отключена).

Современные системы автоматического управления горношахтным оборудованием (Granch МИС [8]), в том числе и ленточными конвейерами (САУКЛ, АСУК-ДЭП, АУК.3 [9–11]) создаются на новой элементной базе с использованием контроллеров и микропроцессорной техники. Они обеспечивают: оперативное отображение на автоматизированном рабочем месте диспетчера состояний оборудования, контроль цепей подключения конечных выключателей и датчиков, документирование истории процесса управления в электронном журнале и исключение несанкционированного доступа к системе и обладают большими функциональными возможностями.

Сопоставление функциональных возможностей используемых датчиков с перечнем перечисленных причин возникновения пожаров приводит к выводу, что не все они контролируются. Например: возникновение источника тепла по длине



Рис. 1. Конструкция термокабеля PHSC

става конвейера в результате нагревания роликов, вышедших из строя (заклинивание подшипниковых узлов), трением движущейся ленты или трения ленты о стойки крепи, борт выработки, о неподвижные части металлоконструкции и став конвейера из-за ее поперечного схода. Для этой цели предложены оригинальные решения.

Обнаружить источник возникновения тепла по длине става возможно тепловым линейным пожарным извещателем, который представляет собой контактный термокабель марки PHSC [12] (компания Protectowire, США) или ProReact Digital LHD [13] (компания Thermocable, Великобритания). Кабель состоит из двух стальных проводников (рис. 1), каждый из которых имеет изолирующее покрытие из термочувствительного полимера. Проводники с изолирующим покрытием скручиваются для создания между ними механического напряжения, затем по-

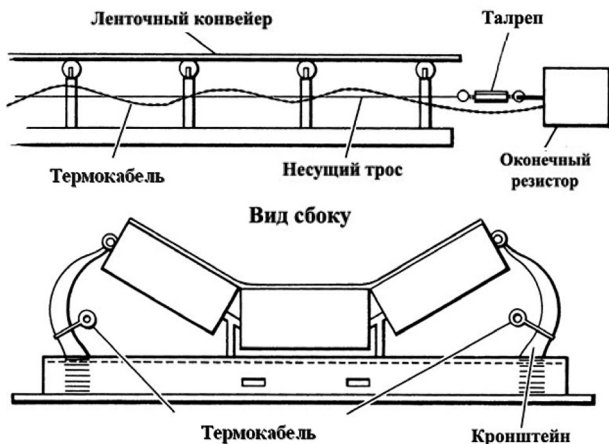


Рис. 2. Закрепление термокабеля на линейном стае ленточного конвейера

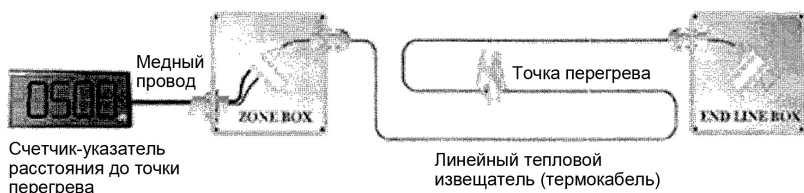


Рис. 3. Схема подключения линейного теплового пожарного извещателя к интерфейсному модулю

крываются защитной оболочкой и помещаются в оплетку для изоляции от воздействия неблагоприятных условий окружающей среды. На линейном ставе ленточного конвейера термокабель располагается под роликами грузовой ветви с помощью натянутого несущего троса, либо с помощью струбцин, прикрепленных к боковым кронштейнам роликоопор [14] (рис. 2).

При достижении температурного порога (57, 68, 88, 105 °С для разного типа кабелей) в любой точке по всей длине кабеля под действием давления проводников, разрушается термочувствительный слой полимера нанесенного на стальные проводники и проводники входят в контакт друг с другом (происходит их механическое замыкание). Вычисление местонахождения проблемной зоны осуществляется интерфейсным модулем и основано на разнице электрических сопротивлений стальных проводников термокабеля, и медного провода, соединяющего извещатель с контрольным оборудованием (рис. 3) [14].

Место срабатывания извещателя определяется с помощью специальных приемно-контрольных устройств, интерфейсных модулей МИП отечественного производства (компания ООО «Пожтехника») [15].

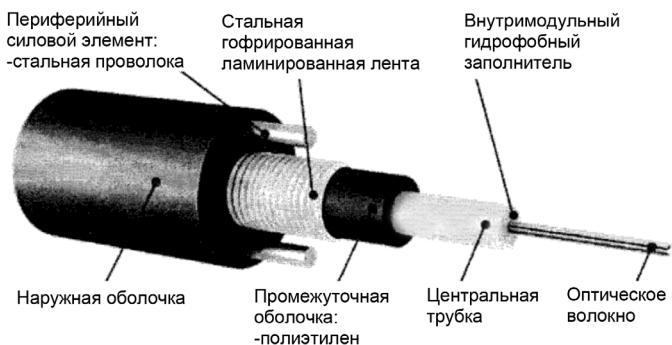


Рис. 4. Конструкция оптоволоконного кабеля

Еще более эффективным и безопасным средством контроля температуры по длине става ленточного конвейера представляется тепловой линейный пожарный извещатель в виде оптоволоконного кабеля (рис. 4).

Оптоволоконный кабель способен изменять оптическую проводимость в зависимости от изменения температуры. Для определения места изменения температуры в оптоволоконном кабеле применяется полупроводниковый лазер. Измерение температуры и определение места нагрева вдоль оптического волокна является использование эффекта комбинационного рассеяния (КР – эффект Рамана) света, открытого еще в конце 1920-х гг. независимо друг от друга индийским физиком Раманом и советскими физиками Г.С. Ландсбергом и Л.И. Мандельштамом.

Согласно теории комбинационного рассеяния света, этот процесс сопровождается заметным изменением частоты рассеиваемого спектра, т.е. в спектре КР проявляются линии, имеющие значительно большую длину волны по сравнению с источником света (т.н. Стокс) и линии, имеющие меньшую длину волны (т.н. анти-Стокс). Таким образом, если в оптоволоконно входит лазерный импульс с несущей частотой ν_0 , то в спектре обратного рассеянного света будет наблюдаться центральный пик на несмещенной частоте ν_0 и два дополнительных пика, смещенных на частоту ν : $\nu_s = \nu_0 - \nu$ (Стокс) и $\nu_{as} = \nu_0 + \nu$ (анти-Стокс) рис. 5.

Тепловой линейный пожарный извещатель с оптоволоконным кабелем работает следующим образом. Лазерные импульсы с частотой несколько кГц заводятся в оптоволоконный кабель, проложенный в контролируемой зоне, вдоль линейного

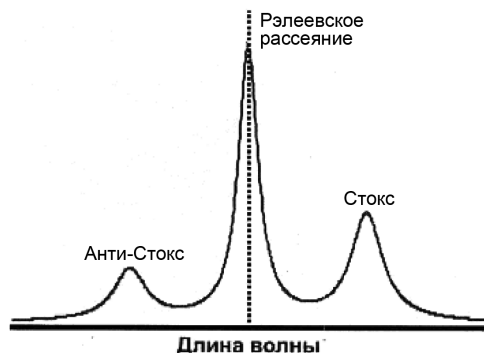


Рис. 5. Эффект комбинационного рассеивания

става ленточного конвейера. В каждой точке оптоволоконного кабеля, где увеличивается температура, происходит комбинационное рассеяние света. Регистрируя время прибытия обратно рассеянного излучения, можно определить место, где конкретно произошло рассеяние. КР в обратном направлении, проходя через спектральный фильтр, разделяется на Стоксовую и анти-Стоксовую компоненты и направляется на два высокочувствительных фотодиода, данные с которых поступают на блок обработки сигналов для вычисления температуры.

Применение неэлектрических средств измерения позволяет использовать оптоволоконный кабель во взрывоопасных условиях шахт.

Главные преимущества оптоволоконного кабеля:

- небольшие размеры и вес;
- очень высокая скорость отклика на изменение параметров среды;
- высокая чувствительность;
- большой срок службы;
- высокая надежность;
- неподвержен влиянию электромагнитного возмущения.

Из рассмотренных тепловых линейных пожарных извещателей наиболее эффективным по техническим параметрам и безопасным (т.к. применяются неэлектрические средства измерения) является извещатель с оптоволоконным кабелем.

Промышленный выпуск осуществляют: компания «ЭТРА-спецавтоматика» (ИП 132-1-Р «ЕЛАНЬ») [16] и компания «Седатэк Инжиниринг» (ПТС-1000-ЛИ) [17].

Таким образом, осуществление контроля температуры по длине става и учет этой информации (наряду с информацией от существующих датчиков) аппаратурой автоматического управления конвейерной линией исключит возникновение пожара.

Третье направление — разработка и применение установок автоматического водяного пожаротушения возникло от необходимости перед большим количеством пожаров на ленточных конвейерах угольных шахт.

Наиболее полно требованиям ПБ отвечает конструкция ООО НПП «Шахтопожарсервис» УАП. Различные исполнения установки позволяют тушить пожар на приводной станции (УАП-Н), на разгрузочной секции (УАП-Г) и на линейной части става (УАП-Л) ленточного конвейера рис. 6.

Установка снабжена сигнализирующим электроконтактным манометром для контроля за необходимым давлением воды в

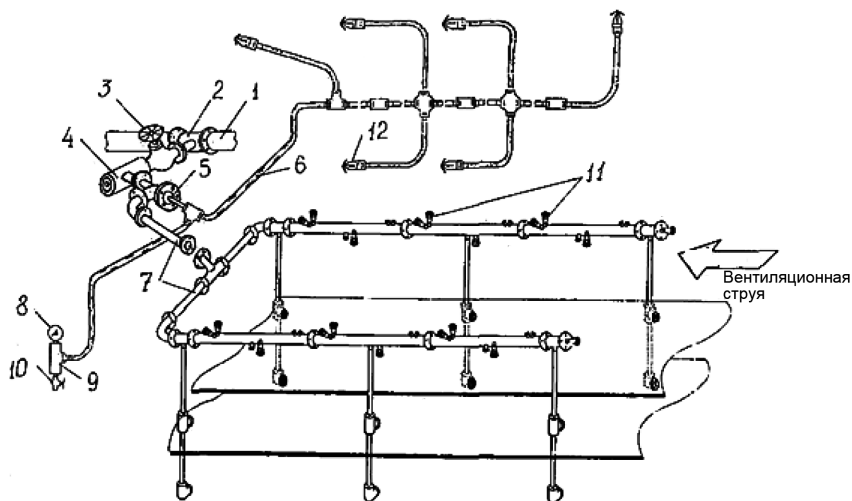


Рис. 6. Установка автоматического водяного пожаротушения: 1 – пожарно-оросительный трубопровод, 2 – тройник, 3 – задвижка, 4 – фильтр, 5 – клапан, 6 – побудительная линия, 7 – дренажная линия, 8 – сигнализирующий электроконтактный манометр, 9 – узел регламентной проверки, 10 – вентиль, 11 – оросители, 12 – тепловые датчики

пожарно-оросительном трубопроводе. При отсутствии воды блокируется запуск ленточного конвейера [18].

Установка УАП срабатывает от разрушения одного из тепловых датчиков 12 при достижении в зоне контроля температуры воздуха 68°C . Происходят разгерметизация побудительной линии 6, открытие клапана 5, подача воды в дренажную линию 7 с оросителями 11 и тушение пожара. Снижение давления в побудительной линии 6 способствует переключению электрических контактов сигнализирующего манометра 8, которые воздействуют на цепи управления приводом ленточного конвейера и подачи сигнала тревоги.

Регламентная проверка работоспособности установки УАП производится обслуживающим персоналом вручную с помощью поворотного вентиля 10. При этом срабатывание клапана 5 происходит аналогично так же, как и от разрушения теплового датчика 12.

В случае обнаружения пожара обслуживающим персоналом или техническим надзором до автоматического включения установки она может быть приведена в действие тем же проверочным вентилем 10.

Вывод

Проведенный анализ последних достижений в области пожарной безопасности ленточных конвейеров позволяет сформулировать следующие задачи:

- разработать аппаратуру автоматического управления ленточными конвейерами, обеспечивающую в том числе контроль температуры по длине става, и исключающую несанкционированный доступ;
- запретить эксплуатацию аппаратуры управления ленточными конвейерами, не исключающую несанкционированный доступ в систему;
- разработать организационно-технические мероприятия, способствующие повышению технологической дисциплины культуры эксплуатации и технического обслуживания ленточных конвейеров.

Реализация поставленных задач обеспечит полную пожарную безопасность ленточных конвейеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кравченко Е.В., Кудинов В.П., Легащева Л.В.* Причины пожаров на ленточных конвейерах и способы их предотвращения // Безопасность труда в промышленности. – 1994. – № 2. – С. 17–20.

2. *Бухтий Н.В., Белик И.П., Маркович Ю.М.* Пожарная безопасность подземных ленточных конвейеров // Безопасность труда в промышленности. – 1988. – № 7. – С. 44–45.

3. *Баскаков В.И., Герасимов Г.К., Лудзиш В.С.* Пожары на конвейерном транспорте // Безопасность труда в промышленности. – 2000. – № 1. – С. 41–43.

4. *Юрченко В.М.* Новый взгляд на причины пожаров на шахтных конвейерах // Уголь. – 2003. – № 2. – С. 56–59.

5. *Субботин А.И., Беляк Л.А., Чубаров Л.А., Григорьев Ю.И.* Пожаробезопасность ленточных конвейеров и нормы безопасности на шахтные конвейерные ленты // Безопасность труда в промышленности. – 2001. – № 5. – С. 18–23.

6. *Лобазнов А.В.* Разработка способа и средств обнаружения начальной стадии подземных пожаров: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.26.03. – М., 2011. – 222 с.

7. *Малашкина В.А., Перекатов С.С.* Анализ факторов, определяющих возгорание на шахтных ленточных конвейерах на ранней стадии // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 11. – С. 184–189.

8. Комплекс «Умная шахта»® – ГОРНАСС Granch МИС – многофункциональная измерительная система аэрогазового контроля, передачи информации и управления оборудованием, http://www.granch.ru/index.php?option=com_content&view=a

9. Благодарный А.И., Гусев О.З., Журавлев С.С., Золотухин Е.П., Каратышева Л.С., Колодей В.В., Михальцов Э.Г., Шакиров Р.А., Шакиров С.Р. Автоматизированная система контроля и управления ленточными конвейерами на угольных шахтах // Горная промышленность. — 2008. — № 5. — С. 38–44.

10. Автоматизированная система управления конвейерами и конвейерными линиями АСУК-ДЭП. <http://www.miningexpo.ru/articles/290>

11. Комплекс автоматизированного управления конвейерными линиями АУК.3. <http://www.impeks-gho.ru/catalog/delkom-ukraina-dzsha/1>

12. Термокабель PHSC. Линейный тепловой извещатель. <http://www.phsc.ru/index.htm>

13. Линейный тепловой пожарный извещатель Thermocable ProReact Digital LHD, Великобритания. <http://flamestop.ru/termokabel>

14. Определение местонахождения точки перегрева с помощью линейного теплового извещателя (термокабеля). ООО «Пожтехника». www.firepro

15. Модули интерфейсные пожарные серии МИП для контроля работы термокабеля PHSC Protectowire // <http://www.protectowire.ru>

16. Линейный тепловой пожарный извещатель ИП 132-1-Р «Елань». Компания «ЭРВИСТ» – взрывозащищенное оборудование, промышленное, специальное <http://www.protectowire.ru/index.html>

17. Линейный тепловой пожарный извещатель на базе оптоволоконного кабеля. Серия ПТС-1000-ЛИ. Компания «Седатэк Инжиниринг». <http://www.sedatec.org/ru/industry/fire/>

18. Юрченко В.М. Обеспечение пожарной безопасности шахтных ленточных конвейеров. Инструкция по изучению конструкций установок водяного пожаротушения к практическому занятию по курсу «Транспортные машины» для студентов специальностей 170100 «Горные машины и оборудование», 090200 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», 330500 «Безопасность технологических процессов и производств (горная промышленность)». — Кемерово: КузГТУ, 2002. — 36 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Юрченко Вадим Максимович — кандидат технических наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, e-mail: yvm@kuzstu.ru.

UDC 622.86:
621.867.2

V.M. Yurchenko

ON THE PROBLEM OF FIRE SAFETY BELT CONVEYORS

Engineering solutions on fire safety of belt conveyors are analyzed. There are three actual trends: manufacture and use of nonflammable belts; design and use of belt operation control tools; design and use of automated fire fighting by water. Review of the recent engineering solutions in the area of belt fire safety shows that success here is possible with temperature control tools installed lengthwise a belt and using automated belt control to eliminate unauthorized access.

Key words: belt conveyor, fire safety, causes of fires, controls.

AUTHOR

Yurchenko V.M., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Kuzbass State Technical University named after T. Gorbachev, 650000, Kemerovo, Russia, e-mail: yvm@kuzstu.ru.

REFERENCES

1. Kravchenko E.V., Kudinov V.P., Legashcheva L.V. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 1994, no 2, pp. 17–20.
2. Bukhtiy N.V., Belik I.P., Markovich Yu.M. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 1988, no 7, pp. 44–45.
3. Baskakov V.I., Gerasimov G.K., Ludzish V.S. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2000, no 1, pp. 41–43.
4. Yurchenko V.M. *Ugol'*. 2003, no 2, pp. 56–59.
5. Subbotin A.I., Belyak L.A., Chubarov L.A., Grigor'ev Yu.I. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2001, no 5, pp. 18–23.
6. Lobaznov A.V. *Razrabotka sposoba i sredstv obnaruzheniya nachal'noy stadii podzemnykh pozharov* (Development of method and means to detect initiation of underground fire), Candidate's thesis, Moscow, 2011, 222 p.
7. Malashkina V.A., Perekatov S.S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2013, no 11, pp. 184–189.
8. *Kompleks «Umnaya shakhta»® – GORNASS Granch MIS – mnogofunktsional'naya izmeritel'naya sistema aerogazovogo kontrolya, peredachi informatsii i upravleniya oborudovaniem*, available at: http://www.granch.ru/index.php?option=com_content&view=a
9. Blagodarnyy A.I., Gusev O.Z., Zhuravlev S.S., Zolotukhin E.P., Karatysheva L.S., Kolodey V.V., Mikhail'tsov E.G., Shakirov R.A., Shakirov S.R. *Gornaya promyshlennost'*. 2008, no 5, pp. 38–44.
10. *Avtomatizirovannaya sistema upravleniya konveyerami i konveyernymi liniyami AS-UK-DEP*, available at: <http://www.miningexpo.ru/articles/290>
11. *Kompleks avtomatizirovannogo upravleniya konveyernymi liniyami AUK.3*, available at: <http://www.impeks-gho.ru/catalog/delkom-ukraina-dzsha/1>
12. *Termokabel' PHSC. Lineynyy teplovoy izveshchatel'*, available at: <http://www.phsc.ru/index.htm>
13. *Lineynyy teplovoy pozharnyy izveshchatel' Thermocable ProReact Digital LHD*, Velikobritaniya, available at: <http://flamestop.ru/termokabel>
14. *Opreделение mestonakhozhdeniya tochki peregreva s pomoshch'yu lineynogo teplovogo izveshchatelya (termokabelya)*. ООО «Pozhtekhnika». www.firepro
15. *Moduli interfejsnye pozharnye serii MIP dlya kontrolya raboty termokabelya PHSC Protectowire*, available at: <http://www.protectowire.ru>
16. *Lineynyy teplovoy pozharnyy izveshchatel' IP 132-1-R «Elan'»*. Kompaniya «ER-VIST» – *vzryvozashchishchennoe oborudovanie, promyshlennoe, spetsial'noe*, available at: <http://www.protectowire.ru/index.html>
17. *Lineynyy teplovoy pozharnyy izveshchatel' na baze optovolokonnogo kabelya. Seriya PTS-1000-LI*. Kompaniya «Sedatek Inzhiniring», available at: <http://www.sedatec.org/ru/industry/fire/>
18. Yurchenko V.M. *Obespechenie pozharnoy bezopasnosti shakhtnykh lentochnykh konveyerov*. Instruksiya po izucheniyu konstruksiy ustanovok vodyanogo pozharotusheniya k prakticheskomu zanyatiyu po kursu «Transportnye mashiny» (Mine belt conveyor fire safety code. Manual on design of water fire fighting structure, Course in Transportation Vehicles), Kemerovo, KuzGTU, 2002, 36 p.