

УДК [622.822.5: [622.016:622.6472]-52:004.031.2

Ю.Н. Ющенко, канд. техн. наук, завотделом, К.И. Поздняков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. НИИГД «Респиратор»

АЛГОРИТМ РАБОТЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК С ЛЕНТОЧНЫМИ КОНВЕЙЕРАМИ

Разработан алгоритм обнаружения пожаров в выработках, оборудованных ленточными конвейерами. Определены параметры, по которым автоматические средства ведут контроль. При отклонениях текущих значений контролируемых параметров от пороговых разработанный алгоритм позволяет автоматически определять возникновение очага пожара.

Повышенную пожарную опасность представляют выработки, оборудованные 2500 ленточными конвейерами, протяженность которых 1025 км. Около 50 % конвейерных выработок проветриваются не обособленно и в случае возникновения пожара в зону поражения по ходу

© Ю.Н. Ющенко, К.И. Поздняков, 2006

движения вентиляционной струи попадают все горнорабочие крыла, блока уклонного либо бремсбергового поля.

Данные выработки согласно [4, 5] должны оснащаться автоматическими средствами обнаружения и тушения пожаров, установленными на приводных станциях и линейной части конвейеров. Однако локализирующие установки практически отсутствуют, а оснащенность приводных станций составляет 80 %, причем 52 % из них работают в ручном режиме.

Необходимо также учесть, что около 60 % конвейерных лент находится в эксплуатации более двух лет, а 40 % – пять лет и более. Превышение установленных сроков эксплуатации приводит к значительному износу и резкому повышению пожарной опасности лент в связи с истиранием рабочей и ходовой обкладок, порыву бортов ленты. Это привело к тому, что на некоторых шахтах сложилась крайне пожароопасная ситуация.

Несмотря на снижение уровня пожаров на ленточных конвейерах за последние годы средний ущерб от одного пожара в период 2001...2003 гг. равен 1729,1 тыс. грн.

Анализ пожаров, происшедших в шахтах на ленточных конвейерах, показывает, что загорание конвейерных лент возможно от двух источников поджигания:

- внешних источников, образующихся при загорании шахтной деревянной крепи, угля, электрических кабелей или других горючих

предметов и веществ, когда в зоне горения находится конвейер, и, следовательно, конвейерная лента;

- источников, образующихся при работе самих конвейеров, в основном от трения ленты на барабанах конвейера, неисправных роликоопорах, металлических конструкций става конвейера и т.п.

Таким образом, пожарные датчики должны обнаруживать загорания или возникновение аварийной ситуации по одному или нескольким анализируемым признакам и передавать извещение о пожаре или пожароопасной ситуации при достижении контролируемого физического параметра установленного значения на приемно-контрольный прибор или диспетчерский пульт централизованного наблюдения. Применительно к быстродействующим системам автоматического пожаротушения датчики выполняют не только функции контроля, но и функции включения систем в действие.

Как известно, пожар обнаруживается датчиками по тому или иному признаку: изменению температуры среды на контролируемом объекте, изменению концентрации продуктов горения (дыма или CO_2), оксида углерода (CO), изменению давления в закрытых объемах, появлению ионизирующего UV или ИК-излучения и др.

Скорость распространения подземного пожара может быть рассчитана по показаниям датчиков кислорода на исходящей вентиляционной струе.

Основной способ обнаружения подземных пожаров – контроль нарастания микроконцентраций продуктов термического разложения (пиролиза) горючих материалов (прежде всего, оксида углерода) в горных выработках.

Способ распознавания подземных пожаров путем контроля CO состоит из следующих операций:

- измерение скорости воздушной струи V_c ;
- измерение температуры воздуха в горной выработке;
- контроль концентрации CO в определенном интервале времени;
- расчет ожидаемого значения концентрации CO и определение наличия очага экзогенного или эндогенного пожара.

В частности, для экзогенных пожаров пороговое значение доли CO определяется по формулам [6]:

- для выработок, оборудованных ленточными конвейерами

$$K_{co}(\tau) = \frac{51\alpha \left[\frac{g_l}{60\tau_{вл}} L_l(t) \right]^{0,756}}{V_c \cdot S}, \quad (1)$$

- для остальных выработок

$$K'_{co}(\tau) = 0,74 \left[\frac{g_g}{60\tau_g} \cdot L_g(t) \right]^{0,91}, \quad (2)$$

где $K_{co}(\tau)$, $K'_{co}(\tau)$, – пороговое значение объемной доли оксида углерода в подконтрольных выработках;

51; 0,756; 0,44; 0,91 – эмпирические коэффициенты;

α – эмпирический безразмерный коэффициент, зависящий от массовой скорости выгорания материала;

g_l , g_g – горючая нагрузка выработок, оборудованных ленточными конвейерами, и других выработок соответственно;

$\tau_{вл}$, τ_v – время выгорания горючего материала на единице поверхности соответствующих выработок, мин;

$L_l(t)$, $L_g(t)$ – длина зоны горения в соответствующих выработках на момент времени t ;

t – время развития экзогенного пожара, мин;

V_c – скорость воздушной струи в выработке, м/с;

S – площадь поперечного сечения горной выработки, м².

На основании вышеизложенного НИИГД «Респиратор» разработал программу распознавания подземных пожаров в ранней стадии их развития по микроконцентрации СО [6].

Алгоритм функционирования подсистемы состоит из двух разделов. Первый раздел предназначен для обработки поступающих от датчиков значений скорости воздуха, объемной доли СО, температуры воздуха и распознавания очагов экзогенных и эндогенных пожаров в горных выработках шахты. Второй раздел служит для распознавания только очагов экзогенных пожаров по информации, поступающей от датчиков скорости воздуха и тепловых пожарных извещателей.

Программа, реализуемая в пределах первого раздела алгоритма, состоит из семи подпрограмм, выполняемых в следующем порядке:

- расчет параметров воздушной струи и корректирование пороговых значений;
- фильтрация информации о СО от помех, вносимых работающими механизмами, взрывными работами и т.д.;
- распознавание очага быстро развивающегося экзогенного пожара на ленточном конвейере;
- распознавание очага медленно развивающегося экзогенного пожара на горючей крепи;
- распознавание очага эндогенного пожара по информации от газоанализаторов СО;

- подтверждение выдвинутой гипотезы о пожаре с помощью информации от тепловых извещателей.

Программа второго раздела алгоритма состоит из двух подпрограмм, выполняемых в следующем порядке:

- расчет параметров воздушной струи;
- распознавание очага экзогенного пожара по информации, поступающей от тепловых пожарных извещателей.

Алгоритмом предусмотрено, что для нормальной работы подсистемы необходимо указать на наличие ленточных конвейеров, горных машин и механизмов и ведение взрывных работ и ввести следующие параметры:

- текущее время;
- количество контролируемых выработок;
- количество работающих датчиков скорости воздуха, газоанализаторов и тепловых извещателей; их номера и местоположение (номера пикетов в выработке);
- расчетные значения скорости воздуха, пороговые значения концентрации СО в виде массивов значений за 25 мин и критические скорости нарастания СО за интервалы времени: 180 мин, 24 и 240 ч;
- значения уровня фона по СО.

Работа по алгоритму подсистемы (см. рисунок) начинается с обращения к программе контроля параметров противопожарной защиты конвейерных выработок (блок 1 – «Вход»). Блок 2 – ввод исходных данных от датчиков, контролируемых следующие параметры:

- концентрацию СО по [6];
- концентрацию CH_4 ;
- температуру воздушной среды в выработке t_6 по [3];
- температуру приводных барабанов t_6 по [1];
- температуру воздушной среды в выработке в месте размещения установок пожаротушения t_y ;
- температуру элементов конструкции конвейера t_k ;
- скорость вращения приводных барабанов приводной станции ленточного конвейера V_6 ;
- скорость движения в режиме «пробуксовки» конвейерной ленты V_d ;
- давление воды в пожарно-оросительном трубопроводе конвейерной выработки P_m по [2].

Номинальные значения вышеперечисленных параметров сохраняются в запоминающем устройстве (блок 5). Текущие значения вышеперечисленных параметров, поступающие от датчиков, запоминаются в блоке 4. Блок программного обеспечения 3 формирует программу и порядок сравнения текущих i -х значений вышеперечисленных параметров подсистемы конвейерной выработки с номинальными в блоках сравнения 6-14. В блоке 6 проводят выполнение условия $\text{CO}_i \leq \text{CO}_n$. Если

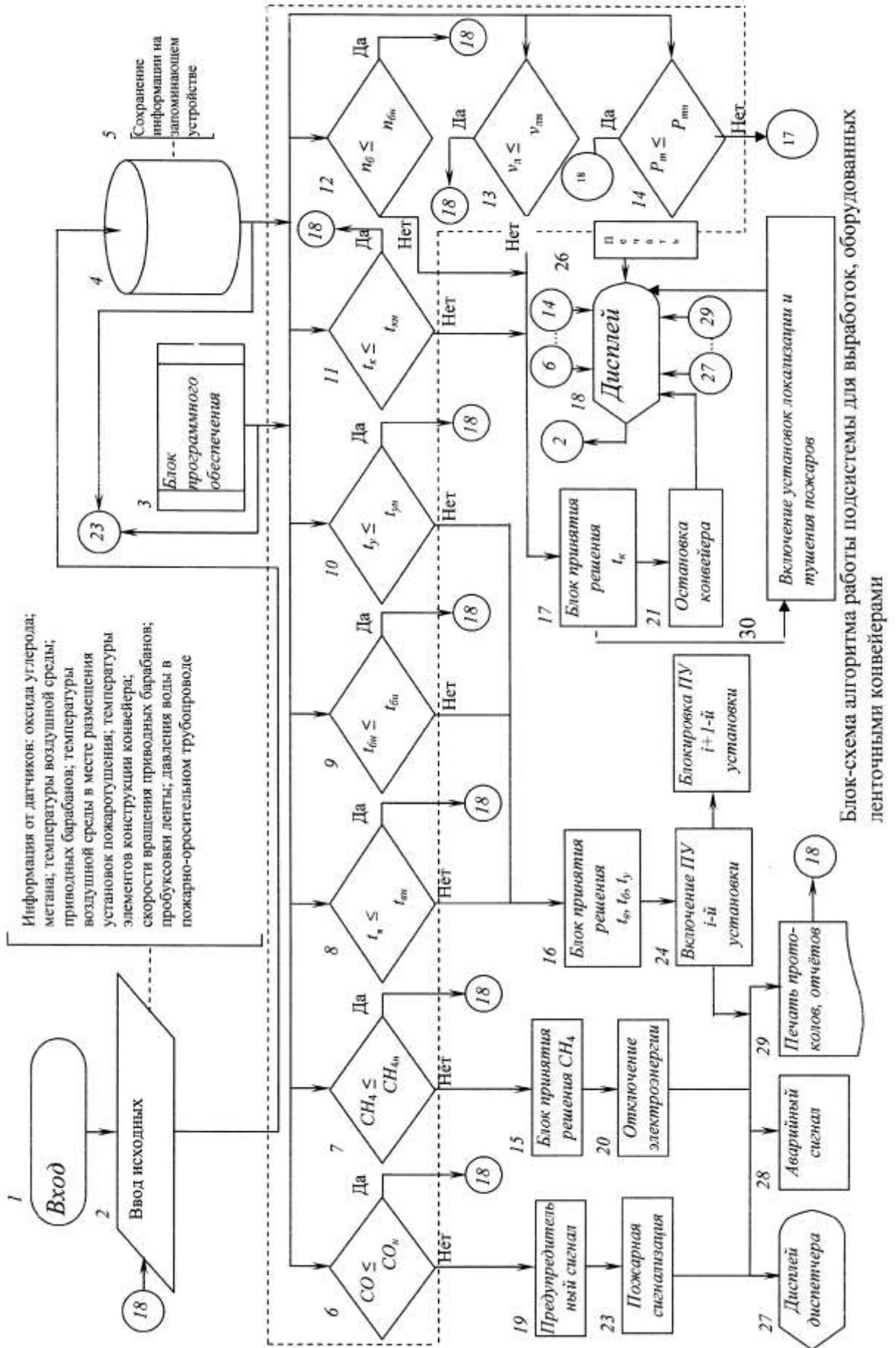
условие соблюдается («Да»), то информация об этом поступает на дисплей (блок 18) и печать (блок 26) подземного диспетчера или пульт управления транспортной цепочки.

Если условие не соблюдается, то в блоке 19 формируется предварительный сигнал: «Возникла на i -м конвейере пожароопасная ситуация».

Этот сигнал передается подземному диспетчеру (на пульт управления конвейерными линиями) и на поверхность горному диспетчеру шахты (блок 27), печать протокола (блок 29) и аварийный сигнал (блок 28).

В блоке 7 выполняется условие $CH_{4i} \leq CH_{4н}$. Если условие соблюдается, то повторяется цепочка, аналогичная описанной для CO (блоки 18 и 26). Если условие не соблюдается, то вводится в действие блок принятия решения (БПР) 15. Блок 15 формирует команду отключить электроэнергию в выработке и передать информацию о сложившейся аварийной ситуации на поверхность горному диспетчеру (блок 27), отпечатать протокол (блок 29) и дать аварийный сигнал (блок 28).

В блоках 8, 9, 10 (температура воздуха в выработке, у приводных барабанов и местах размещения установок пожаротушения) проверяют условия: $t_{\delta i} \leq t_{\delta н}$; $t_{\delta i} \leq t_{\delta н}$; $t_{y i} \leq t_{y н}$. Если условие выполняется, то повторяется



Блок-схема алгоритма подсистемы для выработок, оборудованных ленточными конвейерами

цепочка, аналогичная описанной для СО (блоки 18 и 26). Если одно из перечисленных условий не выполняется, то вводится в действие блок БПР 16. В блоке 16 формируется команда на включение в работу пускового устройства (блок 24) i -й установки пожаротушения и блокировку пускового устройства (блок 25) $(i+1)$ -й установки пожаротушения, считая по ходу вентиляционной струи. Кроме этого, БПР (блок 16) формирует сигнал «Пожар» подземному диспетчеру (блок 18) и печать (блок 26), а также на поверхность горному диспетчеру (блок 29), аварийный сигнал (блок 28).

При сравнении в блоках 11, 12, 13 параметров работы конвейера (температура элементов конструкции конвейера, скорости вращения приводных барабанов и скорости движения ленты) проверяют условия: $t_{ki} \leq t_{кн}$; $n_{\bar{b}i} \leq n_{\bar{b}н}$; $V_{ли} \leq V_{лн}$.

Если условие выполняется, то для формирования сигнала о нормальной работе повторяется цепочка, аналогичная описанной для СО (блоки 18 и 26).

Если одно из перечисленных условий не выполняется, то в БПР (блок 17) формируется команда на остановку конвейера (блок 21) и информация для вывода на дисплей (блок 18) и печать (блок 26) у подземного диспетчера и в пункте управления конвейерной цепочкой (линий).

При сравнении (блок 14) давления воды в пожарно-оросительном трубопроводе с нормой по ПБ должно выполняться условие: $P_{mi} \leq P_n$.

Если условие выполняется, то для формирования информации о нормальной работе используется цепочка, аналогичная описанной для СО (блоки 18 и 26).

Если условие не выполняется, то вводится в действие БПР (блок 22), в котором формируется команда остановить конвейер (блок 21).

Блок 21 остановки (отключения) конвейера формирует информацию о причине его остановки и выводит ее в блоках 18 и 26 у подземного диспетчера или пульта управления конвейерной линией в аварийной выработке. Одновременно в БПР 17 формируется команда на включение установок локализации и тушения пожаров (блок 30). При включении в работу установок локализации и тушения пожаров в блоке 30 формируется соответствующая информация, которая передается на дисплей (блок 18) и печать (блок 26) подземного диспетчера или пульт управления транспортной цепочки.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать заключение о том, что решение проблемы применения автоматических средств обнаружения подземных пожаров в выработках, оборудованных ленточными конвейерами, становится реальным в связи с разработкой алгоритма обнаружения подземных пожаров с использованием ПЭВМ по информации, поступающей от этих автоматических средств.

