

Инж. И.А. Ященко  
(Министерство угольной  
промышленности Украины)

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЭКЗОГЕННОГО ПОЖАРА НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ

Викладено метод та приклад оцінки ефективності базису датчиків виявлення місць виникнення екзогенної пожежі у вугільній шахті наявними засобами, запропоновано основні підходи до його коригування.

## VALUATION EFFECTIVITY OF THE SYSTEM REVELATION OF EXOGEN FIRE ON COAL MINE

The method and example valuation effectivity basis of means revelation locations origin of exogen fire in coal mine with exist means was expound. The main approaches to its corrective was proposed.

Вопросам обнаружения очага возгорания при экзогенном пожаре посвящен ряд отечественных и зарубежных работ [1-4 и др]. Они, однако, свелись в основном к решению задачи, когда задано требуемое время обнаружения пожара в шахтной вентиляционной системе (ШВС) и места возможной установки датчиков-детекторов СО, и необходимо определить их количество. Вместе с тем не был учтен ряд вопросов, связанных с различным технологическим назначением выработок, подлежащих контролю, сетевая природа объекта, возможности его топологического анализа при выборе мест установки датчиков.

Задача обнаружения очага возгорания в зависимости от имеющейся информации может быть сформулирована в нескольких различных постановках. При этом принимаются следующие допущения:

1. Поскольку обнаружение пожара производится в начальный период и предшествует принятию мер по установлению аварийного вентиляционного режима, время обнаружения пожара определяется скоростью воздушного потока в аварийной выработке в момент возникновения пожара.

2. Потокосная структура графа, описывающего ШВС, и определяется направлениями движения воздуха и неизменна в ходе решения задач.

3. Пожар считается обнаруженным, когда пожарные газы пересекают поперечное сечение выработки в месте установки датчика.

4. Воздухораспределение в сети задано в соответствии с двумя законами Кирхгофа.

В указанных допущениях задача синтеза системы датчиков обнаружения пожарных газов состоит в определении мест их установки, которые позволяют обнаружить пожар за заданное время  $\tau_{обн}$  при минимальном их количестве.

Эта задача, достаточно эффективно исследованная и успешно решенная, является задачей проектирования, т.е. предполагается, на момент решения, отсутствие в шахте средств обнаружения пожара. В реальных же условиях

определенный базис датчиков-детекторов на шахтах есть, поэтому актуальной является задача анализа системы обнаружения пожара.

Задача анализа эффективности функционирования системы обнаружения пожара заключается в определении времени  $\tau_{обн}$ , в течении которого пожар может быть обнаружен, и выработке, при необходимости, рекомендаций по корректировке базиса соответствующих датчиков.

Математически эта задача может быть сформулирована в следующем виде.

Вентиляционная сеть задана графом  $G(X,U)$ , для каждой ветви которого известны ее длина  $L(i,j)$ , скорость движения воздуха в ней  $V(i,j)$  и площадь ее поперечного сечения  $S(i,j)$ . В ней заданы подмножество ветвей  $U_{пож}$ , в которых возможно возникновение пожара, и подмножество ветвей  $U_{дат}$ , кодирующих выработки, в которых установлены датчики-детекторы пожарных газов. Базис датчиков  $D$  определяется как

$$D = \cup D(i,j), (i,j) \in U_{дат}$$

$$D(i,j) = \{(i,j), l^{дат}_f / (i,j) \in U_{дат}, \wedge l^{дат} = (l^{дат}_1, l^{дат}_2, \dots, l^{дат}_p)\},$$

где  $D(i,j)$  – множество датчиков, установленных в ветви  $(i,j)$ ,

$l^{дат}_f$  – параметр, определяющий место установки существующего  $f$ -го датчика по длине выработки от начала в соответствии с существующим в шахте на момент возникновения пожара вентиляционным режимом,

$l^{дат}$  – множество  $l^{дат}_f$  для  $(i,j)$ ,

$p$  – количество датчиков в  $(i,j)$ . Если датчик в выработке  $(i,j)$  один – то  $p=1$ .

Необходимо определить  $\tau_{обн}$  и сравнить его значение с приемлемым для целей ПЛА. В случае несоответствия реального и регламентированного ПЛА показателя – выработать рекомендации по реорганизации базиса датчиков.

ШВС содержит выработки следующих типов:

$U_{пож}$  – выработки, в которых может возникнуть пожар; соответственно

$U_{пож}' = U \setminus U_{пож}$  – множество выработок, в которых возникновение пожара невозможно;

$U_{дат}$  – выработки, в которых установлены датчики-детекторы пожарных газов; соответственно  $U_{дат}' = U \setminus U_{дат}$  – множество выработок, в которых датчики возникновения пожара не установлены.

Взаимодействие перечисленных подмножеств может быть описано следующим образом:

$U_1 = U_{пож} \cap U_{дат}$  определяет перечень выработок, в которых возможно возникновение пожара и могут быть установлены датчики (это конвейерные выработки, некоторые камеры, выработки, закрепленные горючей крепью).

$U_2 = U_{пож}' \cap U_{дат}$  определяет перечень выработок, в которых пожар возникнуть не может, а установка датчиков возможна (к их числу относятся вентиляционные выработки за движущейся лавой и прочие неподдерживаемые выработки, в которых датчики были установлены и не демонтированы).

$U_3 = U_{\text{пож}} \cap U_{\text{дат}}$  – выработки исключаются из рассмотрения по причине как отсутствия пожароопасности, так и невозможности установления в них датчиков (выработки технического назначения: скважины, некоторые вентиляционные восстающие и т.д.).

$U_4 = U_{\text{пож}} \cap U_{\text{дат}}$  определяет перечень выработок, в которых может возникнуть пожар, но датчики установить невозможно (лавы и подготовительные выработки, в которых пожар, вследствие динамичности ведения горных работ может быть определен лишь по косвенным признакам либо датчиками, установленными в инцидентных, по ходу вентиляционной струи при нормальном режиме проветривания, выработках).

$U_{\text{пож}}$ , в свою очередь, может быть дифференцировано на подмножество основных выработок, в которых вероятность возникновения пожара высока и обязательно присутствие подлежащих эвакуации людей (очистные и подготовительные забои, камеры с электрооборудованием, поддерживаемые выработки, предназначенные для транспортировки людей и полезного ископаемого, т.е. оборудованные транспортными средствами)  $U_{\text{пож}}^0$ , и дополнительных выработок, в которых возможность возникновения пожара невысока (скажем, вследствие трения исполнительных органов машин, неисправности электрооборудования и др.)  $U_{\text{пож}}^1$ .

Анализ существующего базиса устройств обнаружения пожара необходимо производить следующим образом.

1. Определяются наиболее вероятные места возникновения пожара  $(i,j) \in U_{\text{пож}}^0$ . Перечень их ранжируется в соответствии с представлением ответственного руководителя работ по ликвидации аварии о степени опасности для находящихся в них людей, и определяется последовательность анализа их в соответствии с указанным показателем.

2. Для каждой из этих выработок анализируется наличие в них датчиков обнаружения пожара.

Если датчики есть, анализируется степень их чувствительности, т.е. время срабатывания при условии максимально неблагоприятной обстановки, когда пожар возникает в начальном узле выработки. При этом может возникнуть две ситуации.

2.1. Если датчик в выработке один – время обнаружения аварии определяется соотношением

$$\tau_{\text{обн}} = \frac{l^{\text{дат}}}{v(i, j)}$$

2.2. Если датчиков в  $(i,j)$  несколько (при рассмотрении особо длинных проходческих забоев) – анализируется возможность определения места загорания в произвольной точке выработки, т.е. срабатывание одного из датчиков, отдаленных от начала выработки и расположенных на расстоянии  $l_{\text{к}}^{\text{дат}}$  от начала выработки.  $\tau_{\text{обн}}$  выбирается при этом в соответствии с

$$\tau_{обн} = \frac{l_k^{dam}}{v(i, j)}$$

Если  $\tau_{обн}$ , полученное таким образом, удовлетворяет ответственного руководителя работ по ликвидации аварий – решение задачи для рассматриваемого случая получено. Если нет – делается вывод о необходимости реорганизации системы обнаружения пожара в рассматриваемой выработке.

3. Если датчиков в рассматриваемой выработке нет – анализируются инцидентные аварийной по ходу вентиляционной струи выработки  $(j, j_k) \in U_{дат}$ ,  $(j_k, j_i) \in U_{дат}$  и т.д. до достижения имеющегося датчика. Если при этом  $\tau_{обн}$  является удовлетворительным – действия аналогичны определенным п.2. Если нет – аналогично п. 2 делается вывод о несоответствии системы обнаружения пожара требованиям ПЛА и вырабатываются рекомендации о смещении датчика к месту возможного возникновения пожара.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокоулин И.Е. Об оптимальном размещении датчиков-детекторов пожарных газов в вентиляционной сети шахты.- Днепропетровск: Ин-т геотехн. механики АН УССР, 1978.- 13 с. (Рук. деп. В ВИНТИ, 4 мая 1978 г., № 1507-78 ДЕП).
2. Поздняков К.И., Шабельников А.В. Возможность применения и расстановка датчиков обнаружения подземных пожаров// Уголь.- 1990, №9.- с. 39-41.
3. Стрейманн В.Э., Беянин И.Е., Власенко Я.С. О выборе места установки датчиков для обнаружения подземных пожаров// Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело: Науч.-техн. реф. сб./ ЦНИЭИуголь, 1972, №5.- с. 18-19.
4. Litton C.D. Guidelines for siting product of combustion fire sensors in underground mines. „Inf. And circ. Bur. Mines. US Dep. Inter”, 1983,# 8919, 13 pp

**УДК 622.647.2**

Канд. техн. наук Р.В. Кирия  
(ИГТМ НАН Украины)

### **УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АККУМУЛИРУЮЩИХ БУНКЕРОВ**

Досліджено питання впливу акумулюючих бункерів на пропускну спроможність системи підземного транспорту вугільних шахт. При цьому розглядалися схеми із послідовним та паралельним розташуванням конвеєрних ліній і бункерів. Одержано умови, при яких система конвеєрного транспорту має найбільшу пропускну спроможність.

### **INCREASE OF CARRYING CAPACITY OF CONVEYOR LINES AT THE USE OF ACCUMULATING BUNKERS**

The question of influence of accumulating bunkers on the carrying capacity of the underground transportation system of coal mines is explored. Charts with continuous and parallel arrangement of conveyor lines and bunkers were thus examined. Terms at which conveyor transport system has maximum carrying capacity are got.

Решение задач по техническому перевооружению предприятий угольной промышленности неразрывно связано с дальнейшим развитием и