

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лёвкин Н.Б. Предупреждение аварий и травматизма в угольных шахтах Украины / Н.Б. Левкин. – Донецк: Донбасс, 2002.-392 с.
2. Брюханов А.М. Создание современной системы комплексной безопасности / А.М. Брюханов, Ю.А. Иванов, С.М. Сипаков // Тезисы докладов второй Международной научно практической конференции «Пути повышения безопасности горных работ в угольной отрасли» 1-2 ноября 2007г. - Макеевка: МакНИИ, - 2007.- С. 42-45.
3. Полтавец В.И. О неотложных мерах по улучшению охраны труда и техники безопасности на предприятиях угольной промышленности и о финансировании проблемных вопросов. // Чистый четверг. – 2008. -№1(17). – С.46-47.
4. Кузьменко Н.С. Основные причины группового травматизма от обвалов и обрушений пород и угля и меры их предотвращения. / Н.С. Кузьменко, Б.М. Кривохижа, Н.Н. Корлюк // Тезисы докладов второй Международ. научн.-практической конференции «Пути повышения безопасности горных работ в угольной отрасли» 1-2 ноября 2007г. - Макеевка: МакНИИ, - 2007.- С. 100-102.
5. Состояние техники безопасности и эффективность функционирования противаварийной защиты угольных шахт. / А.Ф. Булат, В.В.Фичев, И.А.Яценко, В.Г. Красник, Н.Б.Левкин, И.Е. Кокоулин, Т.В. Бунько, Н.С. Кузьменко – Днепропетровск, 2005 - 266 с.
6. Целевая программа повышения безопасности труда на угольных шахтах - стратегическое направление предотвращения аварийности и травматизма. / Н.Б. Левкин, Н.С. Кузьменко, Л.Н. Якуба., Н.Н. Корлюк. // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. научн. тр. / МакНИИ. – Макеевка – Донбасс. – 2006. – С. 25-30.
7. Брюханов А.М. Основные направления реализации Программы повышения безопасности работ в угольной промышленности Украины на 2006 – 2010гг. / А.М. Брюханов //Уголь СНГ. - 2006.- С. 1-3.
8. Брюханов О.М. Працювати безпечно - корисно й економічно вигідно. / О.М. Брюханов, М.С. Кузьменко, Ю.З. Драчук // Надзвичайна ситуація, 2003. - №10. – С.43-47.

УДК 622.822.2

И.Е. Кокоулин, канд. техн. наук
(ИГТМ НАН Украины)

К ВОПРОСУ УТОЧНЕНИЯ МЕСТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕДОСТАТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ДАТЧИКОВ-ДЕТЕКТОРОВ ПОЖАРНЫХ ГАЗОВ

Запропоновано метод ідентифікації місця виникнення екзогенної пожежі кількома давачами-детекторами

TO THE QUESTION ELABORATION PLACE OF ARISING OF FIRE BY USE OF INSUFFICIENTLY QUANTITY OF TRANSMITTER-DETECTORS OF FIRE GASES

The method of identification place of arising of fire by use a few transmitter-detectors was proposed

Современная угольная шахта, вследствие насыщенности горючими материалами и выделения в ее выработки большого количества метана, является объектом повышенной пожароопасности. Одним из основных условий эффективной ликвидации возникшего пожара является своевременное его обнаружение. Целям обнаружения факта загорания служит оборудование вентиляционной сети шахты (ШВС) комплексом (базисом) датчиков-детекторов пожарных газов.

Решению задачи выбора оптимального базиса датчиков посвящен ряд научных исследований [1-3]. Решению подлежат две основные задачи:

1. Выбор мест установки датчиков в ШВС без ограничения их количества. Решение задачи достаточно очевидно: датчики должны устанавливаться в конце каждой пожароопасной выработки, а в случае ее большой протяженности – с определенным интервалом по ее длине с учетом удовлетворения временем обнаружения пожара $\tau_{обн}$ определенным условиям. В таком случае будет решена задача не только собственно детектирования пожара, но и установления места загорания (с точностью до конкретной выработки). $\tau_{обн}$ будет различаться лишь в зависимости от того, на каком участке выработки возникает пожар, и, соответственно, будет отличаться (правда, незначительно) время принятия противоаварийных мер.

2. Выбор мест установки в ШВС ограниченного количества датчиков. В этом случае контроль каждого пожароопасного участка неосуществим, и каждый датчик контролирует не одну, а совокупность горных выработок. Требуемое $\tau_{обн}$ может быть при этом достигнуто, чего нельзя сказать об идентификации конкретного места загорания. Следствием этого может явиться тот факт, что реальный пожар возникает за пределами участка, в котором установлен датчик, и при получении информации о возникновении пожара горный диспетчер может ввести в действие другую, неаварийную, позицию ПЛА. Вопрос еще более осложнится в случае несрабатывания датчика по техническим причинам. Дублирование датчика трудно осуществимо, и выходом может служить неявное дублирование, когда обнаружение пожара производится датчиком, установленным далее по ходу вентиляционной струи. $\tau_{обн}$ при этом, естественно, увеличится, а идентификация места возникновения пожара еще более усложнится.

Представляет интерес анализ соотношения $\tau_{обн}^{осн}$ – времени обнаружения пожара ближайшим предназначенным для этого датчиком, и $\tau_{обн}^{\delta}$ – времени обнаружения пожара неявно дублирующим его датчиком. Если основной датчик сработал – горный диспетчер действует в соответствии с $\tau_{обн}^{осн}$, и $\tau_{обн}^{\delta}$ может служить не для принятия конкретных противоаварийных мер, а для совершенствования в дальнейшем шахтной системы противоаварийной защиты (СПАЗ); в противном случае оно заменяет $\tau_{обн}^{осн}$, что усложняет правильный выбор вводимой в действие позиции ПЛА.

Однако дублирующий датчик установлен не последовательно с основным, а в ветвях древовидной структуры графа ШВС, корень которой соответствует датчику, предыдущему основному, а движение воздуха происходит от корня к вершине дерева. В этом случае может возникнуть ситуация, когда время срабатывания дублирующего и последующих датчиков может содействовать идентификации места возникновения пожара.

Рассмотрим случаи, которые могут возникнуть в ходе обнаружения пожара; они приведены на рис. 1. Стрелками обозначено направление движения воздуха в выработках. Отметим лишь, что структура мест установки датчиков не всегда является древовидной, определенной, как было сказано выше, т.е. возможно возникновение ситуации, когда в очередной узел поступает несколько вентиляционных струй, загазированных продуктами горения.

1. Пусть узел i^* близок к корню дерева и является начальным узлом выработки, в которой произошел пожар. Если датчик установлен в выработке (i^*,j) в узле j , место возникновения пожара может быть идентифицировано с точностью до длины участка выработки (j^n,j) , где j^n – место возникновения пожара.

2. Если имеет место ситуация, представленная на рис. 1а или 1б – обнаружение пожара датчиком, установленным в узле 1, уже не позволяет идентифицировать j^n с точностью до конкретной выработки: пожар может возникнуть в точке j^n , принадлежащей как (i^*,j) , так и $(j,1)$. С точки зрения уточнения места возникновения пожара ничего не даст и неявное дублирование обнаружения пожара датчиками, установленными в выработке $(j, j_{след})$, если таковая имеется, и далее по ходу вентиляционной струи. Кроме того, в ситуации б) срабатывание датчика в выработке $(j,1)$ еще не означает возникновения пожара в $(j,1)$ или (i^*,j) – он может возникнуть и в выработке $(2,j)$ или в выработках, входящих в узел 2, и т.д.

3. Если топология участков обнаружения пожара соответствует рис. 1в или 1г – возникают дополнительные возможности идентификации места возникновения пожара. Так, срабатывание датчика в $i^0 \in (j,1)$, а затем датчика в $i^0 \in (j,3)$ может быть вызвано той же причиной, что и в случае а), т.е. место возникновения пожара может находиться в (i^*,j) или $(j,1)$ и, дополнительно, в $(j,3)$ после $i^0 \in (j,3)$. Если же дублирующий датчик в узле 3 не срабатывает – исключается возможность возникновения пожара в (i^*,j) , т.е. местом возникновения

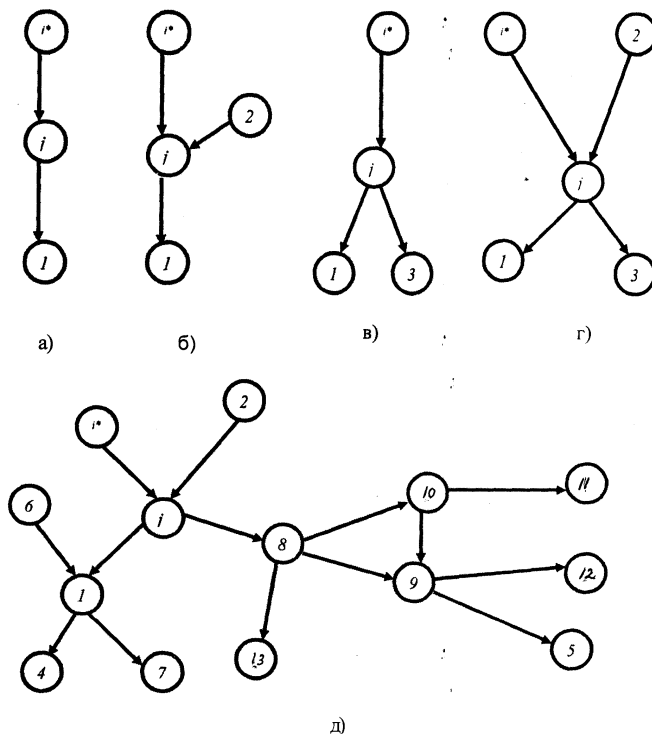


Рисунок 1 - Топология участков обнаружения пожара

пожара является исключительно $(j,1)$ и принятие решения о вводе ПЛА в действие, если $(j,1)$ и (i^*,j) принадлежат разным его позициям, будет однозначным. Если же не срабатывает датчик в $(j,1)$ – однозначно $i^n \in (j,3) \cup (i^*,j)$.

Аналогичная ситуация создается и в случае г). Срабатывание датчиков последовательно в $(j,1)$ и $(j,3)$ может идентифицировать с равной степенью вероятности место пожара в $(i^*,j), (2,j), (j,1), (j,3)$ (причем выбор между (i^*,j) и $(2,j)$ исключен). Срабатывание лишь одного из них автоматически исключает возникновение пожара в выработках до узла j .

4. Анализ более сложных ситуаций может быть произведен аналогичным образом. Рассматривая участок схемы вентиляционных соединений, изображенный на рис 1д, при условии нахождения датчиков в узлах 4 и 5, можем сделать следующие выводы.

4.1. Если срабатывает только датчик в узле 4 – местом возникновения пожара могут служить с равной степенью вероятности j^n в выработках $(j,1), (6,1)$ и $(1,4)$. Для исключения из рассмотрения первых двух выработок достаточно было бы поместить дублирующий установленный в узле 4 датчик в узел 7.

4.2. Если срабатывает только датчик в узле 5 – местом возникновения пожара могут служить с равной степенью вероятности j^n в выработках $(j,8), (8,9), (8,10), (10,9), (9,5)$. Для исключения из рассмотрения только выработок $(j,8), (8,10)$ нужно поместить дублирующий датчик в узел 11, для исключения участка $(j,8), (8,9), (8,10), (10,9)$ – в узел 12. Возможность исключения участка при этом обуславливается несрабатыванием соответствующего датчика.

4.3. Если срабатывают оба датчика (в узлах 4 и 5) – «подозрительным на возникновение пожара» является весь изображенный на рис. 1д участок ШВС, кроме выработок $(6,1), (1,7), (8,13), (10,11), (9,12)$, и для идентификации места возникновения пожара необходимо проанализировать срабатывание датчиков в узлах 7, 11, 12, если они будут дополнительно установлены.

Контроль участка, изображенного на рис. 1д, пятью датчиками с целью определения местонахождения j^n правомерен лишь в случае, если каждая из выработок является отдельной позицией. В противном случае количество дублирующих датчиков может быть уменьшено. Например, если выработки $(j,8), (8,9), (8,10)$ и $(10,9)$ принадлежат одной позиции ПЛА – дублирующий датчик в узле не нужен; если же он все же будет установлен – можно будет утверждать, что пожар может возникнуть лишь в некоторых (именно, $(8,9)$ и $(10,9)$) выработках рассматриваемой позиции, и, зная их геометрические характеристики, можно будет определенным образом уточнить $\tau_{обн}$. Примером того, что зона обнаружения пожара не всегда имеет древовидную структуру, является участок $(8,9), (8,10)$ и $(10,9)$.

Если рассматривать задачу не только в топологическом аспекте, а и с учетом аэродинамических и временных характеристик горных выработок, можно также сделать вывод о том, что возможности локализации места возникновения пожара с применением основного и дублирующего датчиков весьма ограничены. Если рассмотреть, например, ситуацию, изображенную на рис. 1в),

$v(j,1) = v(j,3)$, где $v(i,j)$ – скорость газовой струи в (i,j) – датчики срабатывают одновременно и место возникновения пожара может быть идентифицировано только с точностью до нахождения его в пределах (i^*,j) .

Если $v(j,1) \neq v(j,3)$ – датчики срабатывают неодновременно и время обнаружения пожара τ_D каждым из них будет равно $\tau_{D_1} = \tau(i^*,j) + \tau(j,1)$, $\tau_{D_3} = \tau(i^*,j) + \tau(j,3)$. Но $\tau_{D_1} - \tau_{D_3} = \Delta\tau_D = const$ независимо от места нахождения пожарного очага в (i^*,j) , поэтому более точная локализация места возникновения пожара не может быть осуществлена и в этом случае. Может быть сделан единственный вывод: при условии срабатывания двух датчиков пожар однозначно ограничен пределами (i^*,j) .

Аналогично обстоит дело и в случае, изображенном на рис. 1д). Если срабатывают датчики в узлах 4 и 5 – пожар может возникнуть только до узла-разветвления j , причем, если время преодоления пожарными газами выработок $\tau(i^*,j) - \tau(2,j) = \Delta\tau$, то пожар с равной степенью вероятности может возникнуть в $(2,j)$ или на участке выработки (i^*,j) ближе к ее концу, для которого $\tau' = \tau(i^*,j) - \Delta\tau$, т.е. $\tau' = \tau(2,j)$. Этим, видимо, и ограничиваются возможности локализации места возникновения пожара основным и дублирующим датчиками.

Из всего вышесказанного могут быть сделаны следующие выводы:

1. Предложенный метод идентификации места возникновения пожара позволяет выбрать такие места установки датчиков, чтобы обнаружение пожара производилось в пределах выработок одной позиции ПЛА, что исключит разночтение при вводе его в действие. Установка датчиков при этом основывается не только на топологии и геометрических характеристиках выработок ШВС, но и на анализе топологической структуры позиций ПЛА.

2. Метод основывается на формировании, при условии задания местоположения исходного, не предназначенного для обнаружения пожара в рассматриваемом случае, датчика, находящегося вблизи наиболее опасного места возникновения пожара в пределах позиции ПЛА, древовидной структуры распространения пожарных газов в выработках ШВС и поиске ближайших по ходу струи датчиков. Имеющий минимальное время срабатывания является основным, следующий, относящийся к другой ветви древовидной структуры – дублирующим. Анализ соотношения их срабатывания позволяет исключить из рассмотрения отдельные выработки позиции ПЛА, т.е. условно локализовать место обнаружения пожара и снизить вероятность возникновения ошибок при вводе в действие ПЛА, а также повысить эффективность обнаружения пожара путем расширения, в доступных пределах, базиса датчиков-детекторов обнаружения пожара.

3. В общем случае, при срабатывании последовательно двух и более датчиков по ходу вентиляционной струи от очага пожара, можно гарантировать его возникновение с вероятностью, равной единице, только в участке ШВС, расположенном до первого разветвления вентиляционных потоков, направляющихся ко всем сработавшим датчикам.

4. Предложенный метод может быть использован лишь для уточнения места возникновения пожара уже в ходе его ликвидации; фактические меры в соответствии с ПЛА принимаются после сигнала с основного, а в целях повышения достоверности обнаружения – первого дублирующего его датчика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Н.Ф. Обнаружение подземных пожаров по изменению концентрации окиси углерода в исходящих струях воздуха / Н.Ф. Васильев, Н.Н. Хохлов // Уголь Украины.- 1988.- № 12. – С. 35.
2. Ерахмилевич В.И. Совершенствование контроля содержания окиси углерода на шахтах / В.И. Ерахмилевич // Безопасность труда в промышленности. – 1982. - № 5. – С. 22-23.
3. Поздняков К.И. Возможность применения и расстановка датчиков обнаружения подземных пожаров / К.И. Поздняков, А.В. Шабельников // Уголь. – 1990. - № 9. - С. 39-41.

УДК 621.926.22.001:622.732

В.П. Франчук, д-р техн. наук (НГУ)

ВИБРАЦИОННАЯ ТЕХНИКА В МАЛЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Наведено схеми, дано опис, області застосування й результати випробувань вібраційного встаткування для дезінтеграції й класифікації тонко здрібнених матеріалів, такого як вібраційні шоківі дробарки, вертикальні вібраційні млини, грохот із просторовими коливаннями, віброадгезійний класифікатор

VIBRATION EQUIPMENT IN SMALL PRODUCTION CYCLES

The schemes are shown, the description of design, the branches of usage and the tests results of vibration equipment for disintegration and classification of fine ground materials are given. The considered machines are vibration crushers, vertical vibration mills, screens with complex oscillations and vibro-adhesive separators

Особенностью современных условий развития промышленного производства в горном деле, металлургии, производстве строительных материалов, наряду с сохранением традиционных технологий, отличающихся гигантоманией, является достаточно бурное развитие малых производств. Эти производства заполняют нишу комплексного использования сырья, осуществляют разработку так называемых «техногенных месторождений», являющихся продуктом элементарной бесхозяйственности или отсталости технологий переработки.

Малые производства, это, как правило, предприятия небольшой производительности, использующие малоэнергоёмкое, экономически целесообразное оборудование. Получают развитие и предприятия по выпуску материалов и изделий, требующих высоких технологий (микро- и нанотехнологии).

Для подготовки материалов в этих производствах широко применяются такие технологические операции, как дробление, тонкое и сверхтонкое измельчение, грохочение, классификация. Все эти операции могут быть выполнены с использованием вибрационного оборудования, отличающегося простотой конструкции и малой энергоёмкостью [1].

В Национальном горном университете и институте геотехнической механики НАН Украины накоплен достаточно большой опыт конструирования и ис-