

## МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНОСТИ ВЗРЫВА МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ШАХТЕ

**Федорченко А. А., студент; Василец С.В., доц., к.т.н.**

*(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)*

Взрывы газа и угольной пыли относятся к авариям с наиболее тяжелыми последствиями в социальном и экономическом плане. Взрыв метановоздушной смеси и угольной пыли в шахте, сопровождающийся формированием и распространением по сети горных выработок ударных волн – очень опасный вид подземной аварии. Угрожая жизни и здоровью горнорабочих, взрыв всегда приводит к разрушению выработок и повреждению расположенного в них горного оборудования. При этом социальные, материальные и финансовые потери могут достигать катастрофических размеров.

Принцип действия современных систем газовой защиты основан на измерении концентрации метана и отключении электроэнергии при превышении ею заданного уровня (аппаратуры МЕТАН, КАГИ, УТАС) [1]. Однако, данные системы релейного действия не реагируют на скорость нарастания концентрации метана, не учитывают характер процесса метанообразования и возникновения источника воспламенения: короткое замыкание в электрической цепи, искрение в сигнальных цепях, а также динамику метанообразования разрабатываемого пласта.

Целью данной работы является повышение эффективности функционирования автоматической газовой защиты (АГЗ) шахты путем прогнозирования взрывов метановоздушной смеси. Для решения задач прогнозирования необходимо установить причины события «Взрыв метановоздушной смеси», для чего составлено дерево данного события (рис. 1). Событие взрыв является конъюнкцией следующих состояний: «повышенная концентрация метана», «наличие источника воспламенения», «отказ АГЗ». Состояние «повышенная концентрация метана» является реализацией случайного процесса, данное состояние дискретно и не известно до проведения измерения. Состояние «наличие источника воспламенения» описано в теории защитного отключения электрооборудования [2], каждый источник воспламенения характеризуется вероятностью нахождения в опасном состоянии, при этом данная вероятность определяется не только типом оборудования и условиями его эксплуатации, но и прочими факторами, такими как производственная культура, состояние рудничной атмосферы и т.д. Априорные значения вероятности возникновения данных состояний получены в [2] на основе наблюдений на шахте «Россия». Состояние «отказ АГЗ» возможен при выходе из строя любого из образующих функциональных компонентов. Существует самодиагностика некоторых отказов, так применением специальных интерфейсов (например, токовой петли) возможна самодиагностика неисправности датчика и линии связи, но все же большая часть функциональных компонентов не обладает данным свойством. Однако известна наработка на отказ элементов АГЗ, таким образом, вероятность выхода ее из строя является определенной функцией времени.

Предлагаемое устройство (рис. 2) на основании данных о состоянии рудничной атмосферы и электрооборудования, а также АГЗ на участке рассчитывает вероятность опасного состояния. Данное устройство предназначено для диагностирования состояния оборудования участка, а также для сигнализации опасных состояний.

Устройство выполняет следующие функции: регистрацию концентрации метана через равные промежутки времени и формирование текущей выборки концентрации; вычисление скорости изменения концентрации метана; корреляционный анализ текущей выборки концентрации с «опасными» выборками; учет ресурса аппаратуры газовой защиты и датчиков метана; учет ресурса коммутирующей и пусковой аппаратуры участка; учет

количества повреждений кабеля (учет количества срабатываний токовой защиты и реле утечки тока); расчет вероятности безотказной работы оборудования на основании априорных данных и измеренного времени работы.

Устройство реализуется с использованием микроконтроллера. Функция регистрации концентрации метана требует значительного объема памяти, которым МК не располагает, поэтому необходимо использовать внешнюю энергонезависимую память – SecureDigital, которая легко подключается к МК по SPI интерфейсу [3]. Скорость изменения концентрации метана выполняется методами численного дифференцирования. Корреляционный анализ текущей выборки предлагается производить, вычисляя взаимокорреляционную функцию текущей выборки и «опасных» выборок. «Опасные» выборки задаются исходя из опыта опасного газообразования на данном или подобном пласте. В случае, если текущая выборка в зоне концентраций близких к предельно допустимым ведет себя как «опасная», необходимо сигнализировать об опасном состоянии горному диспетчеру и горнорабочим. Аппаратура газовой защиты и датчики метана имеют три периода службы: приработку, характеризующуюся высокой интенсивностью отказов оборудования, период нормальной работы с минимальной интенсивностью отказов и период износных отказов, характеризующийся полным отказом оборудования. Сравнивая время работы АГЗ и датчиков метана со сроком их эксплуатации, зная количество включений и наработку на отказ аппаратуры, можно рассчитать вероятность отказа АГЗ, а следовательно и текущую вероятность события «взрыв». Зная ресурс пусковой и коммутационной аппаратуры, двигателей, а также количество отказов кабельного хозяйства (количество повреждений кабеля), высчитывается вероятность образования источника воспламенения.



Рисунок 1 – Дерево события «взрыв метановоздушной смеси»

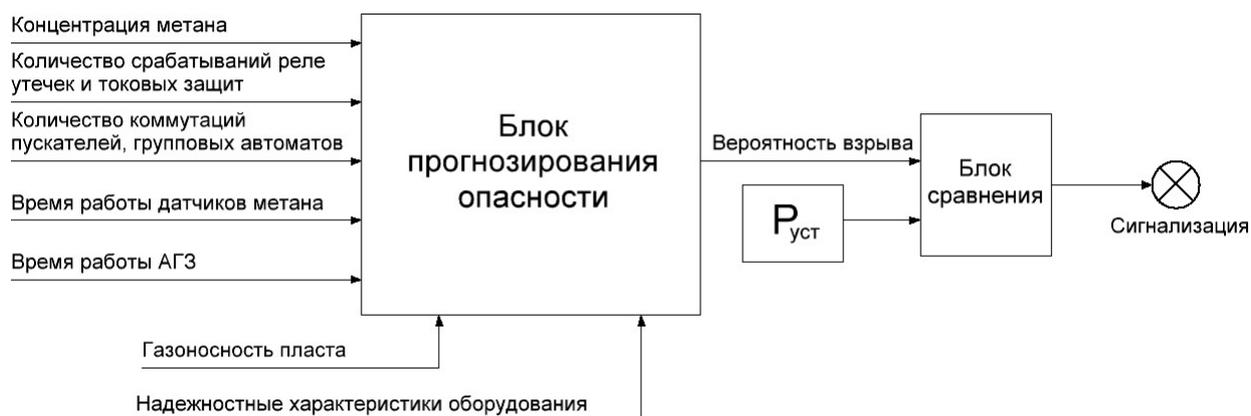


Рисунок 2 – Логическая схема устройства прогнозирования опасности взрыва метановоздушной смеси

Функции, выполняемые данным устройством, позволяют осуществлять опережающее отключение при двухуровневом контроле концентрации метана благодаря регистрации скорости нарастания концентрации метана. Выполнение корреляционного анализа процесса метановыделения позволяет прогнозировать опасные состояния и планировать организационные и технические мероприятия по дегазации. Учет ресурса электрооборудования и АГЗ позволяет корректировать сроки проведения плановых технических обслуживаний и ремонтов, определять вероятность отказа данного оборудования, следовательно, и безопасность проведения горных работ на данном участке. Учет количества повреждений кабеля на участке позволяет вычислять вероятность возникновения источника воспламенения на контролируемом участке, и косвенно определять производственную культуру конкретной смены, что позволяет проводить организационные мероприятия по охране труда.

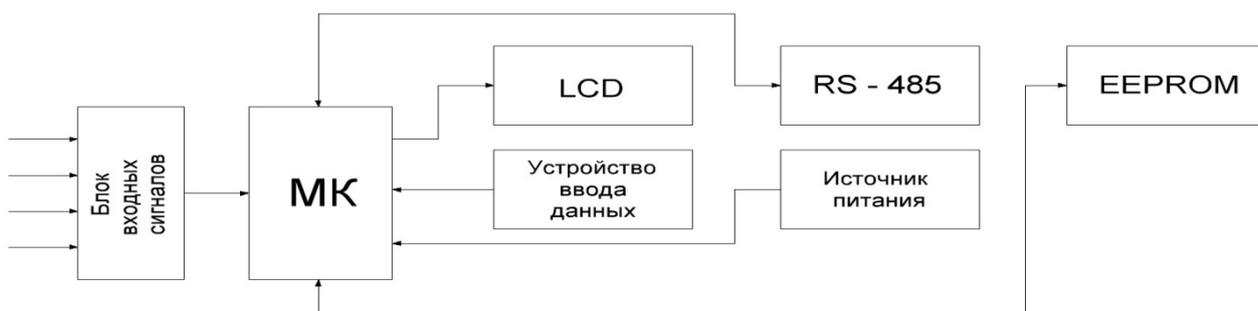


Рисунок 3 – Функциональная схема блока прогнозирования

Для обеспечения работы устройства в системе автоматизации более высокого порядка предусмотрен обмен данными по интерфейсу RS-485 [3], для взаимодействия с обслуживающим персоналом – ЖК – индикатор и устройство ввода (клавиатура), логические и математические функции выполняет микроконтроллер, поскольку незначительная динамика контролируемого процесса не требует больших вычислительных мощностей для работы в режиме реального времени.

#### Перечень ссылок

1. Басовский Б.И. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы / Басовский Б.И., Биренберг И.Э., Карпов Е.Ф.; — М.: Недра, 1984 – 284 с.
2. Колосюк В.П. Защитное отключение рудничных электроустановок / Колосюк В.П. — М: Недра, 1980 – 334 с.
3. Болл С. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Стюарт Болл — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. –360с.