

В.В.Калинин, Т.Б.Синюкова

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ШАХТ

Метод оценки надежности отключения электрооборудования (определения требуемого времени отключения) аппаратуры газовой защиты при нарушении проветривания выработок добычного участка на шахтах, разрабатывающих пласты крутого падения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: время срабатывания, газовая защита, концентрация метана, расположение датчиков, уставка.

Метод оцінки надійності відключення електрообладнання (визначення потрібного часу відключення) апаратури газового захисту під час порушення провітрювання виробок видобувальної ділянки на шахтах, які розробляють пласти крутого падіння.

К л ю ч о в і с л о в а: час спрацьовування, газовий захист, концентрація метану, розташування датчиків, уставка.

Постановка проблемы. Предупреждение опасности взрыва рудничного газа является одним из основных вопросов безопасности, от решения которого в значительной степени зависит область применения электрической энергии в подземных выработках угольных шахт. На шахтах, разрабатывающих пласты крутого падения, появляется необходимость располагать электрооборудование в выработках вентиляционных горизонтов (на исходящей струе воздуха), которые могут быть быстро загазированы. Учитывая это обстоятельство, «Инструкция по электроснабжению и применению электрооборудования на шахтах, опасных по внезапным выбросам, разрабатывающих крутые пласты» (ДНАОП1.1.30-5.27-02), допускает применение электрооборудования в данных условиях, если предусматривается автоматическое защитное отключение электроэнергии стационарными приборами контроля содержания метана. Такое отключение должно происходить прежде, чем концентрация метана достигнет опасного значения.

Причинами загазирования могут быть подсыпка лавы добытым углем, нарушение вентиляции участка или шахты, а также внезапные выбросы угля и газа. При этом скорость нарастания концентрации метана будет различной, что необходимо учитывать при выборе газовой защиты. Поэтому разработка методов оценки соответствия применяемых аппаратов газовой защиты условиям загазирования горных выработок является актуальной задачей.

Анализ исследований и публикаций. Применение аппаратуры газовой защиты позволяет кардинально решить вопросы обеспечения безопасности, в том числе и предотвращения взрывов метана. Имеется довольно большое число работ по исследованию принципов создания аппаратов такой защиты [1; И.В.Бобров, 1961], размещения их в горных выработках [2, 3, 4], анализу опыта их применения и другим вопросам. Однако обстоятельных исследований по надежности и своевременности отключения электрооборудования подобной защитой не проводилось.

Цель статьи. Обоснование метода оценки эффективности аппаратуры контроля метана, применяемой в системе электроснабжения шахт, разрабатывающих пласты крутого падения.

Результаты исследований. В настоящее время широкое распространение получила аппаратура автоматической газовой защиты, основными параметрами которой являются:

- уставка – содержание метана в рудничной атмосфере, выраженное в процентах, при котором срабатывает защита;
- время срабатывания.

Аппаратуру системы газовой защиты, как правило, применяют с привязкой к системам электроснабжения соответствующих электроустановок угольных шахт. В ее состав входят датчики метана и аппарат сигнализации. Они обеспечивают непрерывный автоматический контроль метана в месте установки датчика и подачу сигнала на отключение коммутационного аппарата (автоматического выключателя, пускателя, комплектного распределительного устройства) при концентрации метана выше уставки срабатывания защиты.

Аппаратура защиты оправдывает свое назначение, если электроэнергия будет отключена раньше, чем образуется опасная концентрация метана в месте расположения электрооборудования, т.е. если будет соблюдено условие:

$$t_{Г.З.} \leq \frac{I}{K} t_{К.М.},$$
$$t_{Г.З.} = t_{АГЗ} + t_A,$$

где $t_{Г.З.}$ – время срабатывания газовой защиты;

$t_{К.М.}$ – время, за которое концентрация метана в рудничной атмосфере увеличивается от значения, соответствующего уставке газовой защиты, до нижнего предела взрывчатой концентрации;

K – коэффициент безопасности;

$t_{АГЗ}$ – время срабатывания аппарата газовой защиты;

t_A – время срабатывания коммутационного аппарата, на который воздействует газовая защита.

Рассмотрим эффективность применения аппаратуры газовой защиты при подсыпке лавы или нарушении вентиляции шахт, разрабатывающих

пласты крутого падения, не опасные по внезапным выбросам. В этом случае концентрация метана повышается постепенно, сравнительно спокойно. При полном прекращении поступления воздуха на участок концентрация метана в призабойном пространстве может быть определена по формуле [5]

$$C_t = \frac{100 \cdot A \cdot q \cdot t_{К.М.}}{24 \cdot 60 \cdot Q} + C, \quad (1)$$

где A – суточная добыча угля;

q – относительная газообильность пласта;

Q – объем призабойного пространства;

C – концентрация метана, существующая до нарушения режима проветривания (регламентируется НПА ОП.10.1-1.01-10 «Правила безопасности в угольных шахтах» для соответствующих выработок).

Следует отметить, что формула (1) учитывает весьма жесткие условия, так как полная подсыпка лавы маловероятна, фактический объем воздуха в призабойном пространстве всегда больше расчетного, воздух в призабойное пространство поступает не только через вход в нижнюю часть лавы, но и через выработанное пространство, и, наконец, с уменьшением количества воздуха, поступающего в забой, уменьшается газовыделение.

Значение

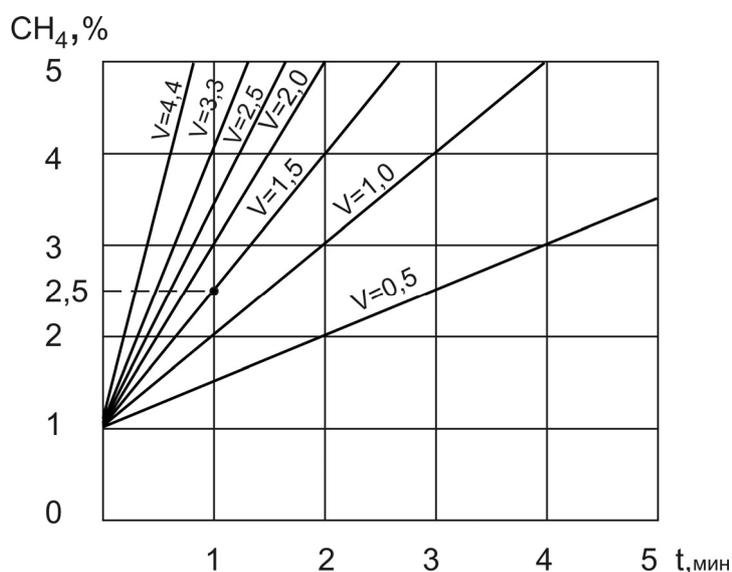
$$V = 100 \cdot A \cdot q / (24 \cdot 60 \cdot Q)$$

является постоянным для каждого конкретного участка и представляет собой скорость нарастания концентрации метана в призабойном пространстве, %/мин. Тогда (1) примет следующий вид:

$$C_t = V \cdot t_{К.М.} + C.$$

Чем больше скорость нарастания концентрации метана, тем быстрее его содержание достигает взрывоопасного значения. Зависимость повышения концентрации метана от времени при подсыпке лавы, при различной скорости нарастания концентрации метана V и уставке аппаратуры газовой защиты $CH_4 = 1\%$ приведена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Зависимость параметров, характеризующих эффективность применения газовой защиты



Если принять расчетный предел опасной концентрации метана с учетом коэффициента безопасности $K=2$, равным $C_t=2,5\%$, время срабатывания газовой защиты, определяемое ее технической характеристикой, $t_{Г.З.} = 1$ мин. и уставку срабатывания по метану $CH_4 = 1\%$, то скорость нарастания концентрации метана V не должна превышать $1,5\%/мин$ (рисунок 1).

С целью определения области применения подобной газовой защиты было обследовано 365 участков шахт, разрабатывающих пласты крутого падения. Установлено, что на 95 % участков, скорость нарастания концентрации метана не превышает $1,5\%/мин$. Применение на этих участках аппаратуры газовой защиты со временем срабатывания 1 мин и уставкой 1 % позволит отключать электрооборудование при нарушении режима вентиляции раньше, чем концентрация метана достигнет опасного значения. На остальных участках необходимо принимать дополнительные меры по эффективному их проветриванию или применять газовую защиту с меньшим временем срабатывания.

Время срабатывания газовой защиты может быть определено из выражения:

$$t_{Г.З.} \leq \frac{I}{K} \cdot t_{К.М.} = \frac{I}{K} \cdot \frac{C_t - C}{V}.$$

Эффективность газовой защиты во многом зависит от правильности размещения её датчиков. Количество и место установки датчиков определяется в каждом конкретном случае правилом: электрооборудование должно быть отключено раньше, чем в рудничной атмосфере, окружающей электрооборудование, содержание метана превысит допустимое значение. Отключающие аппараты при этом должны быть расположены на свежей струе воздуха.

Исходя из этого, на пластах, не опасных по внезапным выбросам угля и газа, в выбросоопасных шахтах на участках с комбайновой выемкой угля датчики газовой защиты должны устанавливаться в следующих местах (рисунок 2):

- а) в призабойном пространстве действующих тупиковых выработок (датчик 1);
- б) в исходящей из тупиковой выработки вентиляционной струе (датчик 2);
- в) в исходящей вентиляционной струе очистной выработки (датчик 3);
- г) в исходящей вентиляционной струе участка (датчик 4);
- д) в поступающей струе участка (датчик 5).

В шахтах, не опасных по внезапным выбросам, датчик 5 может не устанавливаться.

При прокладке кабелей по групповой выработке с исходящей струей воздуха должны также устанавливаться датчики в выработке с исходящей струей воздуха из забоев пластов, опасных по внезапным выбросам в вы-

работке, по которой проложен кабель и в местах сопряжения ее с другими выработками по ходу вентиляционной струи (датчик б).

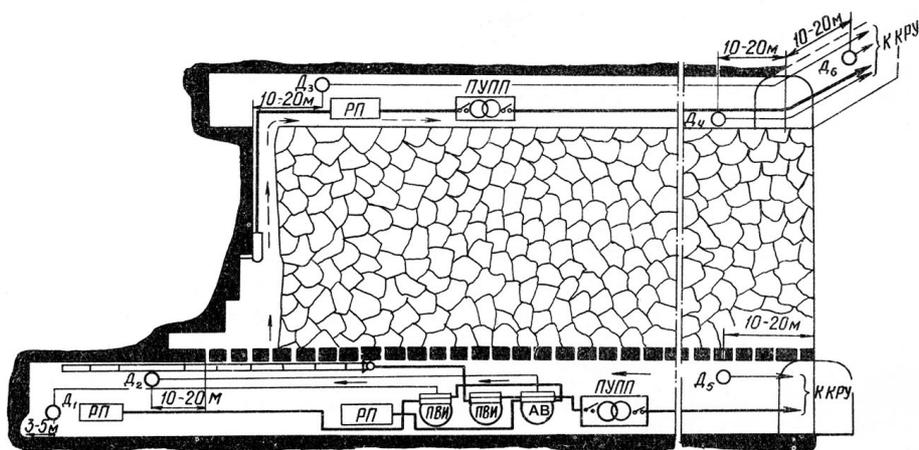


Рисунок 2 – Схема размещения датчиков газовой защиты

При внезапных выбросах концентрация метана в атмосфере шахты нарастает значительно быстрее и может достигнуть взрывоопасного значения через 1...3 с. Поэтому в таких выработках необходимо применять малоинерционную газовую защиту.

Вывод.

Предложенный метод оценки эффективности применения газовой защиты в системе электроснабжения добычных участков шахт, разрабатывающих пласты крутого падения, позволяет установить:

- скорость нарастания концентрации метана в лаве при нарушении проветривания, при которой газовая защита способна отключить электроэнергию раньше, чем концентрация достигнет опасного значения;
- соответствие времени срабатывания газовой защиты условиям загазования горной выработки при нарушении вентиляции.

Список литературы

1. Карпов Е.Ф. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы/ Е.Ф.Карпов, И.А.Баренберг, Б.И.Басовский.– М.: Недра, 1984. – 221 с.
2. Ольховиченко А.Е. Прогноз выбросоопасности угольных пластов / А.Е. Ольховиченко. – М.: Недра, 1982.–278 с.
3. Электроснабжение шахт, разрабатывающих крутые пласты (обзор). – М.: ЦНИЭИуголь, 1976.
4. Колосюк В.П. Техника безопасности при эксплуатации рудничных электроустановок / В.П.Колосюк. – М.: Недра, 1987.-407 с.
5. Временная инструкция по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания угольных шахт. – М.: Недра, 1995.-80 с.