

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОГО ФАКТОРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ ШАХТ, РАЗРАБАТЫВАЮЩИХ КРУТЫЕ ПЛАСТЫ

д.т.в. Гребенкин С.С. (ДонНТУ), **инж. Попов М.Н.** (1 ВГСО ГВГСС Украины), **к.т.в. Доронин А.Д.** (ДонНИИ)

Предложен алгоритм влияния газового фактора на безопасность работ в очистных забоях шахт, разрабатывающих крутые пласты, позволяющий учесть частоту отключения энергии в процессе эксплуатации.

Предупреждение опасности взрыва и вспышек рудничного газа (фактор «внешней среды») является одним из основных вопросов безопасного производства работ в подземных выработках угольных шахт. В решении этой проблемы важную роль играет газовая защита, обеспечивающая непрерывный автоматический контроль содержания метана в рудничном воздухе и отключение электроэнергии к потребителям при содержании метана выше допустимого Правилами безопасности уровня.

В определенных горно-геологических и горнотехнических условиях из-за продолжительного времени нахождения системы в отключенном состоянии (влияние газового фактора) применение электрической энергии может вообще оказаться нецелесообразным. Это подтверждается на практике, когда подача электрической энергии осуществляется по групповой выработке вентиляционного горизонта, на которую поступают исходящие струи из участков с высоко газообильными пластами. В этом случае для обеспечения необходимого уровня безопасности приходится устанавливать 6-8 датчиков газовой защиты, воздействующих на один групповой аппарат.

Вопросы газовыделения, математического описания закона распределения колебаний концентрации метана, рациональных параметров срабатывания аппаратуры газовой защиты в достаточной степени изучены, особенно для шахт, разрабатывающих пологие пласты [1]. Применительно к условиям шахт, разрабатывающих крутонаклонные и крутые пласты, имеются исследования аналогичного характера, однако в них не нашли отражения вопросы определения количественных показателей влияния газового фактора на надежность электроснабжения потребителей участка (частота и длительность отключения электроэнергии).

В работе [2] установлено, что наибольшее влияние газовый фактор оказывает на бесперебойность электроснабжения

механизированных забоев, оборудованных очистными комбайнами. Это объясняется тем, что основное электрооборудование (передвижные трансформаторные подстанции, пусковая и защитная аппаратура и др.) этих забоев располагается на исходящей струе воздуха вентиляционных горизонтов. В этом случае, руководствуясь действующими Правилами безопасности, приходится осуществлять контроль концентрации метана стационарными автоматическими приборами в выработках с исходящей струей воздуха за пределами выемочных участков, на которых применяется электрическая энергия (рис. 1).

Количество комплектов приборов автоматического контроля метана, воздействующих на одну и ту же систему, определяется конкретными горнотехническими условиями, схемой вентиляции и схемой подвода электрической энергии к участку. Увеличение количества датчиков газовой защиты снижает надежность системы пропорционально числу датчиков.

В электрифицированных забоях, оборудованных щитовыми агрегатами, подводящие кабели, подстанции, пусковая аппаратура размещаются на свежей струе воздуха. Поэтому степень влияния газового фактора на надежность системы электроснабжения щитовых забоев будет минимальной. Частота и длительность выхода концентрации за допустимый уровень определяется рядом факторов случайного характера. К таким факторам можно отнести

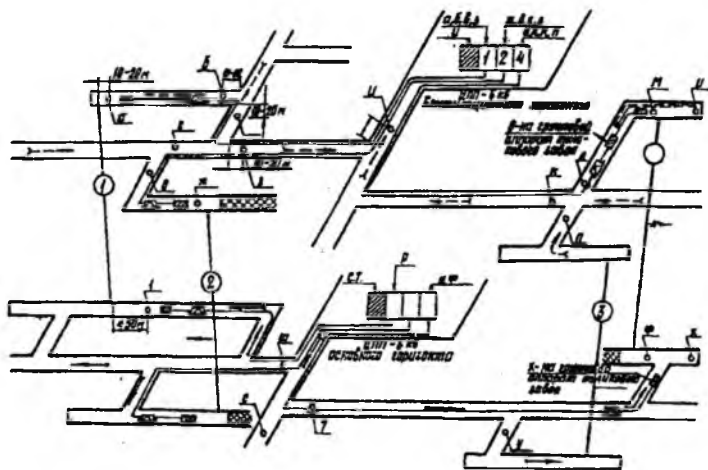


Рис. 1. Схема автоматической газовой защиты:
а-г, ж-м, ф, х, с, у – датчики АГЗ; 1, 2, 3, 4 – номера участков.

метановыделение очистной выработки, изменение интенсивности выемки угля, характер сближения боковых пород, изменение расхода воздуха, поступающего в выработки и др.

Эти факторы оказывают влияние на концентрацию метана в исходящей струе при всех известных способах выемки угля.

В работе [1] показано, что концентрация метана в горных выработках является случайной величиной, к исследованию которой применимы методы теории вероятностей и математической статистики.

Можно предположить, что математическое ожидание числа отключений электрической энергии $M(\omega)$ является функцией среднего значения концентрации метана в выработке (\bar{C}_s) . В свою очередь, \bar{C}_s подчиняется закономерностям случайной величины и характеризуется математическим ожиданием значения концентрации метана $M(\bar{C}_s)$. Располагая статистической информацией, можно определить математическое ожидание концентрации метана в любой шахтной выработке. Следовательно, для того, чтобы выявить зависимость $M(\omega) = f[M(\bar{C}_s)]$, необходимо определить математическое ожидание концентрации метана для определенной группы выработок и на основе опытных данных определить математическое ожидание числа отключений электрической энергии. Использование этой зависимости позволяет с достаточной достоверностью ответить на вопрос, какое ожидается число отключений при известном среднем значении концентрации метана. Это обстоятельство имеет большое значение для определения экономичности схемы электроснабжения и определения величины убытков, связанных с перерывами электроснабжения из-за срабатывания газовой защиты.

Для установления корреляционной зависимости $M(\omega) = f[M(\bar{C}_s)]$ нами проводились наблюдения за работой механизированных забоев, оборудованных щитовыми агрегатами и гидроимпульсными установками, а также забоев с молотковой выемкой.

Средняя концентрация метана определялась на исходящих струях лавы и участка по данным телеметрического контроля автоматической газовой защиты (АГЗ). Обработка статистической информации проводилась на компьютере.

Для установления корреляционных зависимостей приняты: в качестве аргумента - средняя концентрация метана в процентах (\bar{C}_s) , в качестве зависимой переменной, соответственно, - частота срабатывания газовой защиты (ω) .

В результате расчетов, произведенных на персональном компьютере, получены следующие уравнения парной корреляции:

забои, оборудованные шитовыми агрегатами
исходящая струя воздуха из лавы

$$\omega = 0,0042 \cdot 16,82^{\bar{C}_*}, \quad (1)$$

коэффициент корреляции $R = 0,682$;
исходящая струя воздуха из участка

$$\omega = 0,0083 \cdot 6,56^{\bar{C}_*}, \quad (2)$$
$$R = 0,723 ;$$

забои, оборудованные гидроимпульсными установками
исходящая струя воздуха из лавы

$$\omega = 0,0184 \cdot 5,602^{\bar{C}_*}, \quad (3)$$
$$R = 0,871 ;$$

исходящая струя воздуха из участка

$$\omega = 0,018 \cdot 6,75^{\bar{C}_*}, \quad (4)$$
$$R = 0,778 ;$$

забои с выемкой угля отбойными молотками
исходящая струя воздуха из лавы

$$\omega = 0,0036 \cdot 11,12^{\bar{C}_*}, \quad (5)$$
$$R = 0,652 .$$

Графики полученных зависимостей представлены на рис. 2. Выражениями (1)-(5) следует пользоваться, когда значение $M(C_*)$ ниже критического ($C_{*кр} = 1,3\%$ установка газовой защиты) не менее чем в 1,5 раза. При математическом ожидании концентрации метана ниже 0,2% вероятность срабатывания газовой защиты ничтожно мала.

Наряду с этим установлено, что время простоя участка (время с момента отключения электроэнергии газовой защитой до момента повторных включений) зависит от средней концентрации метана в контролируемой выработке. Время простоя участка по газовому фактору незначительно зависит от средств выемки угля.

Корреляционная зависимость времени простоя участка (T_n) от концентрации метана (\bar{C}_*) выражается уравнением

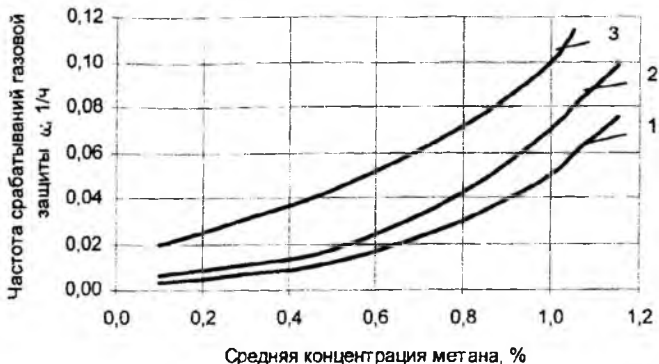


Рис. 2. Зависимость частоты срабатывания газовой защиты от средней концентрации метана в очистном забое (исходящая струя воздуха из лавы), оборудованном:

1 – отбойными молотками; 2 – щитовыми агрегатами; 3 – гидроимпульсной установкой.

$$T_n = 0,059 \cdot 40,93^{\bar{C}} \quad (6)$$

$$R = 0,693 .$$

Анализируя процесс действия АГЗ в одних и тех же условиях установлено, что частота срабатывания защиты зависит от интенсивности выемки угля. В качестве примера нами определена зависимость частоты отключения электрической энергии на участке, оборудованном щитовым агрегатом, от интенсивности выемки угля.

При этом производились замеры количества воздуха, поступающего на участок. Колебания количества воздуха не превышали $\pm 15\%$. Средняя концентрация метана на исходящей струе из лавы составляла 0,8%.

Эта зависимость может быть представлена выражением

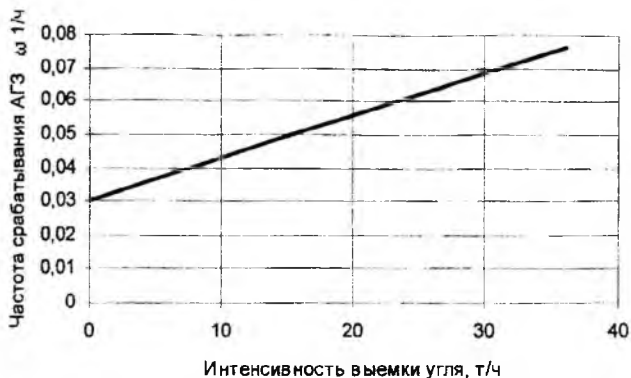


Рис. 3. Зависимость частоты срабатываний АГЗ от интенсивности выемки.

$$\omega = 0,0301 + 0,00128P, \quad (7)$$

$$R = 0,891$$

где P - нагрузка на забой, т/час.

Полученная зависимость представлена на рис. 3.

Аналитическая оценка вероятности отказов и безотказной работы системы электроснабжения может быть выполнена с применением математического аппарата теории массового обслуживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пигида Г.П. Элементы теории автоматической газовой защиты очистных участков угольных шахт. - М.: Недра, 1975. - 80 с.
2. Болбат И.Е. Аэродинамическое воздействие потоков угля и воздуха в механизированных лавах на крутых пластах и его влияние на условия проветривания: Автореф. дисс...канд. технических наук. Новочеркасск, 1967. - 23 с.