

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАЗГАЗИРОВАНИЯ ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКИ

Кулеш Г.Л., студент; Гавриленко Б.В., к.т.н., доцент

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

В целях поддержания параметров рудничной атмосферы в тупиковом забое на безопасном уровне устанавливаются вентиляторы местного проветривания (ВМП), управление которыми до недавнего времени осуществлялось аппаратурой АПТВ. В настоящее время в целях повышения эффективности автоматизации управления ВМП применяется новая аппаратура контроля проветривания тупиковых выработок АКТВ, в которой реализация основных функций осуществлена с использованием микроконтроллера.

Несмотря на определенные преимущества аппаратуры АКТВ, в ней отсутствует возможность проведения в различных режимах работы автоматического разгазирования подготовительного забоя в зависимости от фактического процентного содержания метана.

Рассмотрим обобщенную модель процесса разгазирования (рис. 1) как взаимодействие выталкиваемого из тупиковой выработки длиной L метана G_T чистым воздухом Q , подаваемым на разбавление в условную зону смешения длиной x , через которую протекает газовая смесь $Q_{см}$ [2]. В зависимости от конкретных условий углы α и β могут изменяться в широких пределах. Измеряемая на расстоянии x от начала условной зоны смешения концентрация метана C является регулируемым параметром. Часть Q_{II} общего потока Q , подаваемого ВМП для выталкивания метанового облака из тупика, представляет собой регулирующее воздействие.

Параметры G_T и Q следует рассматривать как внешние случайно изменяющиеся в процессе разгазирования возмущения.

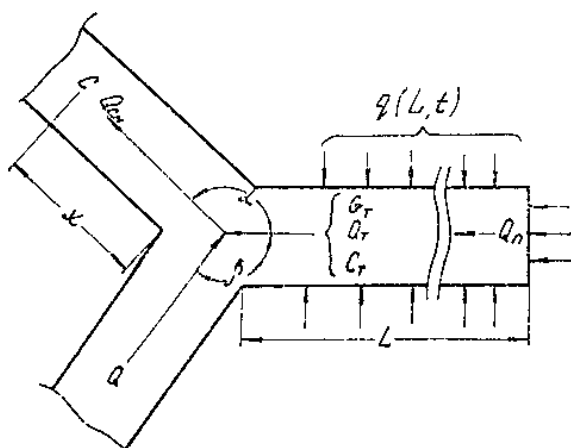


Рисунок 1 – Обобщенная модель процесса разгазирования

При неизменном значении Q_{II} параметр G_T является функцией общего количества G_0 выделившегося за время θ_0 нарушения проветривания метана и распределения последнего по длине x_T тупиковой выработки

$$G_0(\theta, L) = \int_0^{\theta} \int_0^L q(\theta, x_T) dx_T d\theta, \quad (1)$$

где $q(\theta, x_T)$ - погонное абсолютное газовыделение как функция длины тупиковой выработки и длительности загазирования, м³/м·сек.

Внутренний интеграл в выражении (1) представляет собой общее количество газа, выделяющегося в единицу времени, как функцию θ м³/сек:

$$f(\theta) = \int_0^L q(\theta, x_T) dx_T. \quad (2)$$

Функция $f(\theta)$ не может быть определена аналитически из-за невозможности прямого измерения величины $q(\theta, x_T)$.

В большинстве случаев можно считать $f(\theta)$ невозрастающей функцией времени, например:

$$\left. \begin{aligned} f_1(\theta) &= f_0 e^{-d\theta}, \\ \text{или} \\ f_2(\theta) &= f_0 \frac{1}{1 + \alpha\theta} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Общее количество метана, выделившегося за время θ_0 с учетом формул (1) и (2), равно

$$G(\theta) = \int_0^{\theta_0} f(\theta) d\theta. \quad (4)$$

Если с момента $\theta = \theta_0$ начать разгазирование и предположить, что концентрация метана C будет при этом поддерживаться постоянной и равной допустимому значению $C_{дон}$ (отн.ед), то длительность разгазирования τ_p может быть определена из интегрального уравнения

$$C_{дон} Q \tau_p - \int_0^{\theta_0 + \tau_p} f(\theta) d\theta = 0. \quad (5)$$

Если предположить, что за время разгазирования $f(\theta) = f_0 = const$, то предыдущее выражение упрощается, при этом

$$\tau_p = \frac{f_0 \theta_0}{C_{дон} Q - f_0}. \quad (6)$$

Из выражений (5) и (6) следует, что при $Q = const$ расчетное значение τ_p представляет собой оптимальную (минимально возможную) длительность процесса разгазирования.

Если при прочих равных условиях осуществить разгазирование за время,

меньшее τ_p , то концентрация на исходящей будет превышать допустимое значение $C_{дон}$, что недопустимо и наоборот, поддержание на исходящей струе более низкой концентрации, чем $C_{дон}$, приводит к резкому возрастанию длительности разгазирования, что также нежелательно.

Для сокращения времени разгазирования и соблюдения необходимых требований безопасности желательно плавное регулирование производительности ВМП с помощью специальных устройств, конструкция одного из которых приведена на рис. 2 [3].

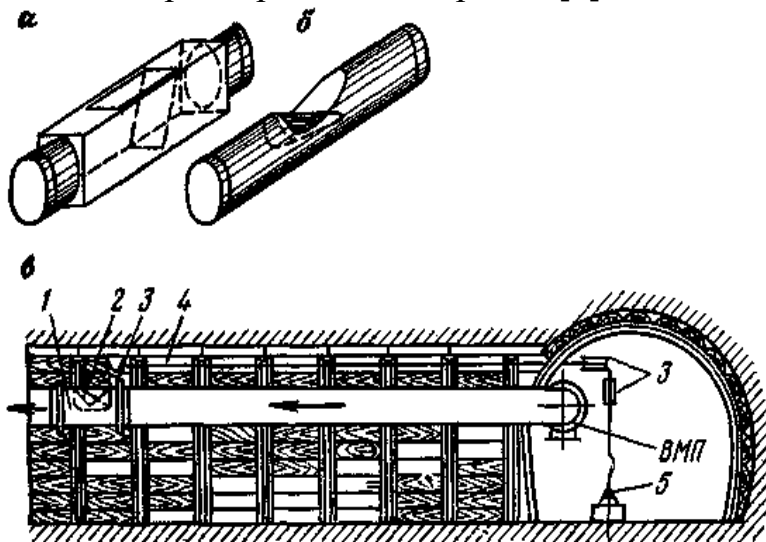


Рисунок 2 – Устройство для разгазирования:
 а, б – конструкция устройства; в – схема установки;
 1 – патрубок; 2 – клапан; 3 – ролики; 4 – трос; 5 – ручная лебедка

Устройство (рис. 2) представляет собой патрубок 1 с клапаном 2, имеющим уплотнение из пористой резины. Расход воздуха у забоя выработки регулируется изменением положения клапана 2 с помощью троса 4 вручную или электроприводом.

Устройство для разгазирования выработки размещается в её тупиковой части на расстоянии 5 - 10 м от устья.

Процесс разгазирования тупиковой выработки заключается в следующем. До включения резервного ВМП предварительно опускается клапан 2, частично или полностью перекрывая сечение патрубка 1. Затем подается импульс на включение резервного ВМП и он включается в непрерывную работу. Угловое положение клапана является регулируемой величиной, вследствие чего обеспечивается плавное поднятия клапана 2 в воздухоподающем трубопроводе и у забоя выработки обеспечивается такой расход воздуха, при котором концентрация метана, непрерывно измеряемая переносным автоматическим прибором у устья выработки, не будет превышать 2 %.

Эффективность и надежность процесса разгазирования выработки может быть существенно повышена, если степень закорачивания воздушного потока будет регулироваться автоматически в зависимости от фактического процентного содержания метана.

Для решения этой задачи на базе микроконтроллера ATmega16 производства фирмы «Atmel» разработано устройство автоматического разгазирования, предусматривающее совместную работу с аппаратурой АКТВ и «Метан». Реализация функции разгазирования в разработанном устройстве осуществляется программно по приведенному на рис. 3 алгоритму.

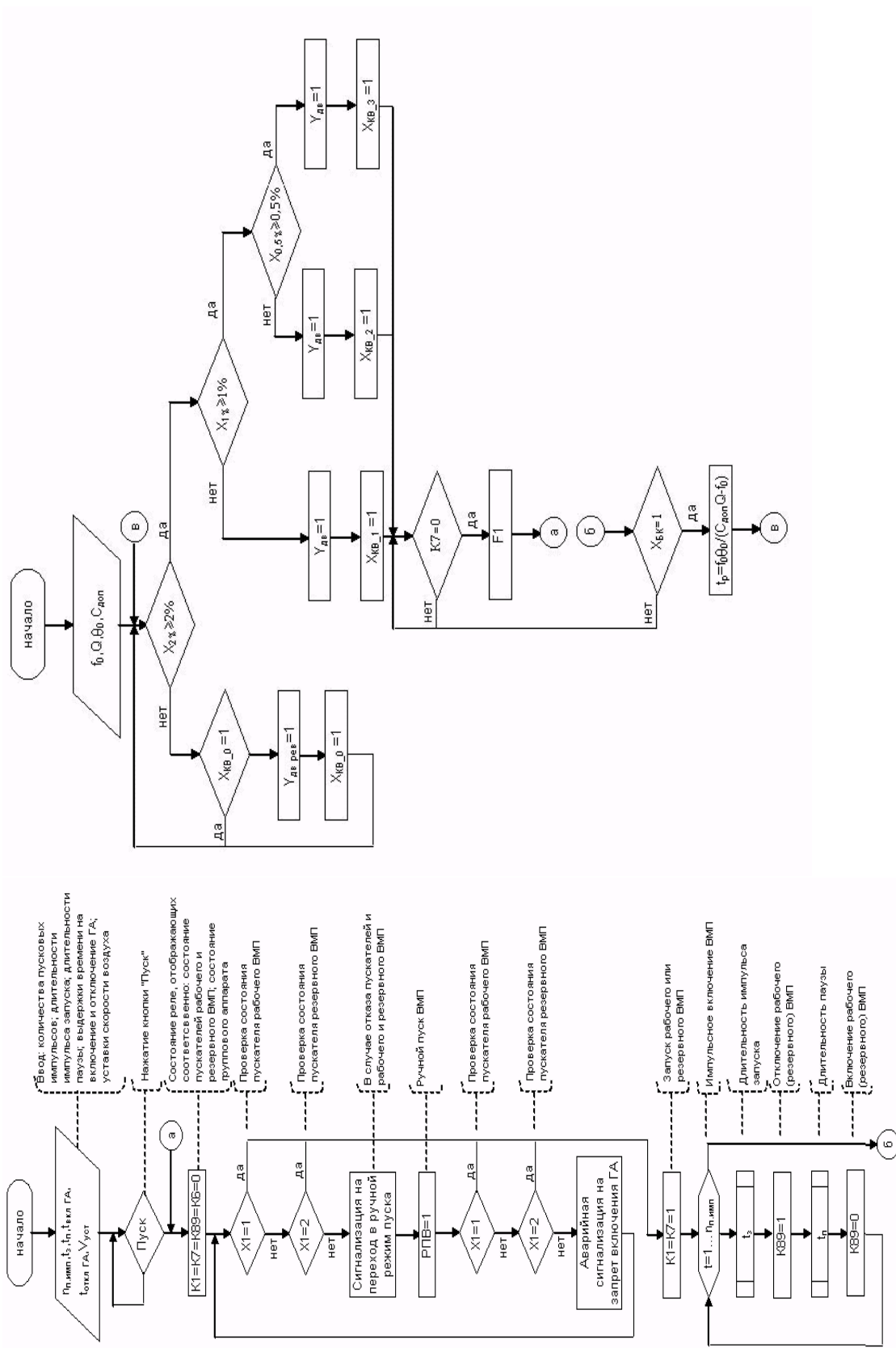


Рисунок 3 – Алгоритм работы разгазирующего устройства совместно с аппаратурой АКТВ

Датчики метана, находящиеся в тупиковой выработке и рассчитанные на пороговую концентрацию 2%, 1% и 0,5%, постоянно опрашиваются микроконтроллером. Величина их аналогового выходного сигнала отображает реальную концентрацию метана в тупиковой выработке. Как только первый из датчиков ($X_{2\%}$) зафиксировал превышение концентрации метана в атмосфере, микроконтроллером запускается фрагмент программы на разгазирование выработки в соответствии с приведенным алгоритмом. Если превышение зафиксировано только одним датчиком, то включается двигатель, который вращая трос на барабане поворачивает клапан на определенный угол до момента срабатывания концевого выключателя (KB_1), расположенного возле барабана. После этого формируется команда на включение резервного ВМП, что осуществляется по следующей цепочке: сигнал на включение ВМП ($F1$) – ждущий мультивибратор – усилитель сигнала – тиристор, находящийся в цепи промежуточного реле и обеспечивающий автоматическое включение резервного ВМП (что аналогично нажатию кнопки «Пуск 2»). В зависимости от того замкнуты блокировочные контакты или разомкнуты, в микроконтроллер поступает сигнал, определяющий состояние резервного ВМП: включен или выключен ($X_{БК}$).

Далее программно, в соответствии с выражением (6) определяется оптимальное время разгазирования t_p . После этого производится дальнейший опрос датчика и, если концентрация метана пришла в норму, включается приводной двигатель, который вращаясь в обратном направлении поднимает клапан вплоть до полного его закрытия, что фиксируется по срабатыванию концевого выключателя (KB_0).

В случае дальнейшего повышения концентрации метана по сигналам от двух других датчиков, имеющих различные пороги срабатывания, алгоритм процесса разгазирования повторяется с той только разницей, что в зависимости от того сигнал от какого датчика поступил, клапан разгазирующего устройства будет открыт на угол, соответствующий той или иной интенсивности разгазирования.

Для повышения надежности питания микроконтроллера должно осуществляться от энергонезависимого источника тока.

Таким образом, разработанная аппаратура автоматизации процесса разгазирования позволяет, используя непрерывный контроль за содержанием метана производить своевременное и безопасное автоматическое разгазирование тупиковой выработки без участия человека.

Перечень ссылок

1. Местер И. М. и др. Надежность проветривания подготовительных забоев. «Безопасность труда в промышленности», 1971, № 1.
2. Автоматизированные системы и средства управления производственными процессами в угольной промышленности. Труды института, выпуск XIII. М., 1973.
3. Збірник інструкцій до правил безпеки у вугільних шахтах. Київ, 2003.