

БУЛГАКОВ Ю.Ф., ГАВРИЛЕНКО Б.В., КОСТЕНКО Т.В. (Донецкий национальный технический университет)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ АЗОТА В ЗОНУ ПОДЗЕМНОГО ПОЖАРА

Виконано моделювання режиму автоматичної подачі азоту при гасінні підземної пожежі комбінованим способом. Вибрано параметри ПІД-регуляторів, які забезпечують стійкість системи управління тиском азоту між перемичками при зміні параметрів в зоні горіння.

Выполнено моделирование режима автоматической подачи азота при тушении подземного пожара комбинированным способом. Выбраны параметры ПИД-регуляторов, которые обеспечивают устойчивость системы управления давлением азота между перемычками при изменении параметров в зоне горения.

The design of the mode of automatic serve of nitrogen is executed at extinguishing of underground fire the combined method. The parameters of PID-regulates, which provide stability of control system by pressure of nitrogen between bridges at the change of parameters in the area of burning, are chosen.

Возникающие в труднодоступных местах угольных шахт подземные пожары невозможно потушить непосредственным воздействием огнетушащих веществ (вода, пены, аэрозоли, порошки и т.п.). Наиболее эффективным является способы изоляции и комбинированный, сочетающий изоляцию с воздействием газами-флегматизаторами горения (азот, диоксид углерода, парогазовая смесь). Однако и в случае применения такого тактического приема процесс тушения развившегося пожара может длиться несколько месяцев или лет. В процессе горения в подземных условиях угольных пластов и вмещающих их пород образуется значительное количество газообразных продуктов, таких как водород, оксид и диоксид углерода, оксиды серы, азота, фосфора и других элементов. Большинство из этих газов способствует возникновению парникового эффекта. Кроме того, они весьма токсичны, некоторые взрывчаты в смеси с воздухом. Все это определяет негативное влияние подземных пожаров на окружающую природную среду, и существенно ухудшают безопасность пруда горноспасателей и трудящихся шахты.

Одним из наиболее перспективных способов предупреждения, локализации и тушения пожаров в шахтах является регулируемая подача инертного газа в аварийную выработку и постепенное искусственное снижение концентрации кислорода в ее атмосфере. Флегматизация газовой среды в изолированном объеме помощью газообразного азота позволяет: сократить срок ликвидации аварии, предотвратить взрывы газовой смеси на аварийном участке, ускорить охлаждение высокотемпературной зоны до безопасного уровня, сократить к минимуму или полностью прекратить процесс горения.

При ликвидации аварии азотно-компрессорная станция устанавливается на поверхности шахты и соединяется специально проложенным технологическим шахтным трубопроводом с аварийным участком. Подача азота осуществляется со стороны откаточного или вентиляционного горизонтов, через проемы в изолирующих перемычках, а также по буровым скважинам, пройденным с поверхности в изолированный пожарный участок. Наиболее эффективная инертзация изолированного объема горных выработок обеспечивается возведением в аварийной выработке дополнительной перемычки, и подачей азота в созданную перемычками камеру через ответвление от подающего азот трубопровода (рис. 1) [1].

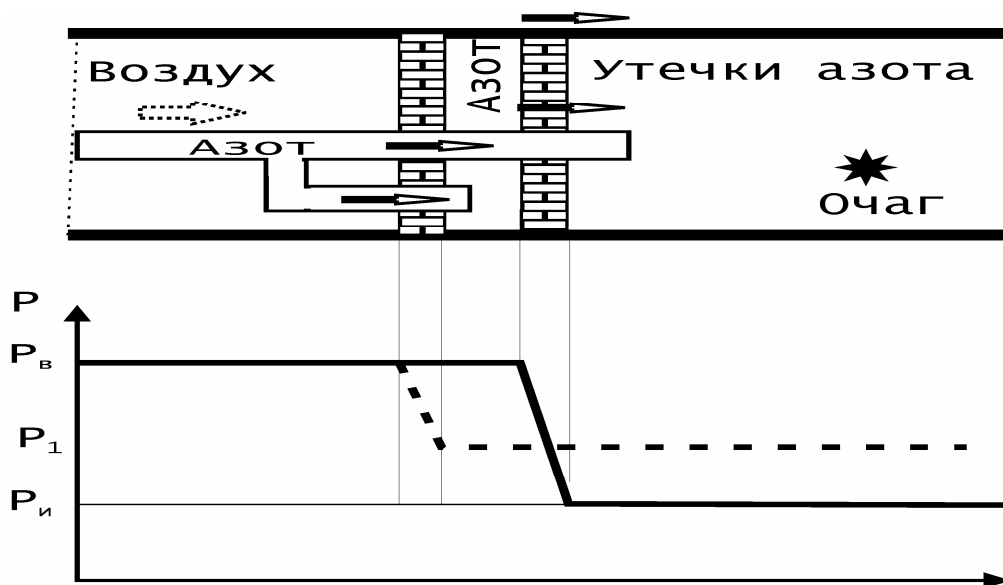


Рисунок 1 – Схема подачи азота к очагу горения с исключением утечек воздуха (а) и распределение давления газа (б) в выработке:

$P_{в}$ и $P_{и}$ - газовое давление до и после изолирующей перемычки;
 P_1 – газовое давление между изолирующими перемычками.

Давление азота в трубопроводе достигает одного МПа и намного превышает воздушный напор на перемычку, составляющий несколько десятков даПа. После заполнения камеры азотом, его подачу через ответвление регулируют таким образом, чтобы выровнять давление в выработке со стороны поступающей свежей воздушной струи и между перемычками. Это исключает подсосы воздуха через возведенную перемычку в камеру. С другой стороны перепад давлений перераспределяется на участке выработки, разделенным дополнительной перемычкой по обе стороны которой находится азот. В изолированной таким образом выработке через возведенную дополнительную перемычку будет иметь место подсос исключительно азота, что повышает эффективность гашения подземного пожара.

Однако до настоящего времени производство, распределение и регулирование количества азота, поступающего в аварийную выработку, осуществляется в режиме ручного управления, что резко снижает эффективность ведения работ по ликвидации аварии и безопасность ведения аварийно-спасательных работ. Опыт ликвидации подземных аварий показывает, что необходимо автоматизировать процесс подачи азота в изолированный объем. С этой целью разработана структурная схема системы автоматической подачи инертного газа в аварийную выработку.

Работа предлагаемой системы сводится к следующему. В качестве основного источника информации используются электрические выходные сигналы от двух датчиков давления, которые установлены в горной выработке, со стороны поступающей свежей струи воздуха, и в камере, образованной перемычками. Отечественная промышленность такие устройства не производит. Предлагаемые к использованию в системе датчики измерения физических параметров атмосферы ТНР-1 имеют взрывобезопасное исполнение, разработаны и выпускаются Центром Электрификации и Автоматизации в угледобывающей промышленности ЕМАГ (Катовице, Польша) [2]. Кроме давления датчик позволяет продолжительное время с высокой точностью измерять температуру и влажность воздуха в шахтной атмосфере (табл. 1).

Таблица 1 – Основные технические данные датчика ТНР-1.

Измерение давления с точностью ± 0.1 Па	800...1300 гПа
Измерение влажности при $t \leq 40^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 3\%$	10...95%
Измерение температуры с точностью $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$,	0...50 $^{\circ}\text{C}$
Время готовности к работе	40 с

Время автономной работы без источника питания	до 8 ч
Габариты	235×335×130 мм
Масса	около 3 кг

В блоке логики системы регулирования сравниваются фактические величины давлений в выработке со свежей струей воздуха и в камере. Если эти давления не равны, вырабатывается управляющий сигнал на принудительное открывание через исполнительный механизм задвижки, подающей азот в камеру через ответвление трубопровода. Содержание азота в камере увеличивается до тех пор, пока не будет достигнуто равенство давлений в камере и в выработке со свежей струей воздуха. После этого система регулирования автоматически вырабатывает команду на закрытие задвижки и прекращение подачи азота в камеру. После стабилизации рабочего давления азота в камере дальнейшая работа системы регулирования подачи азота осуществляется в следующем режиме.

Количество азота в зоне горения или самонагревания регулируется по температуре и содержанию кислорода в шахтной атмосфере аварийной выработки. При повышении температуры или содержания кислорода в атмосфере аварийной выработки система регулирования увеличивает количество азота путем автоматического открывания задвижки на основном трубопроводе до тех пор, пока не наметится процесс снижения указанных выше параметров до заданных значений [3]. После этого системой вырабатывается команда на уменьшение подачи азота в аварийную выработку и снижения давления на мембранах газоразделительной станции. Передача управляющих сигналов на поверхность шахты для регулирования режимов работы газоразделительной станции в зависимости от состояния шахтной атмосферы осуществляется с использованием средств шахтной телемеханики или проводных линий телефонной связи шахты. На рисунке 2 приведена структурная схема моделирования подачи азота в аварийную выработку, а на рисунке 3 результаты моделирования.

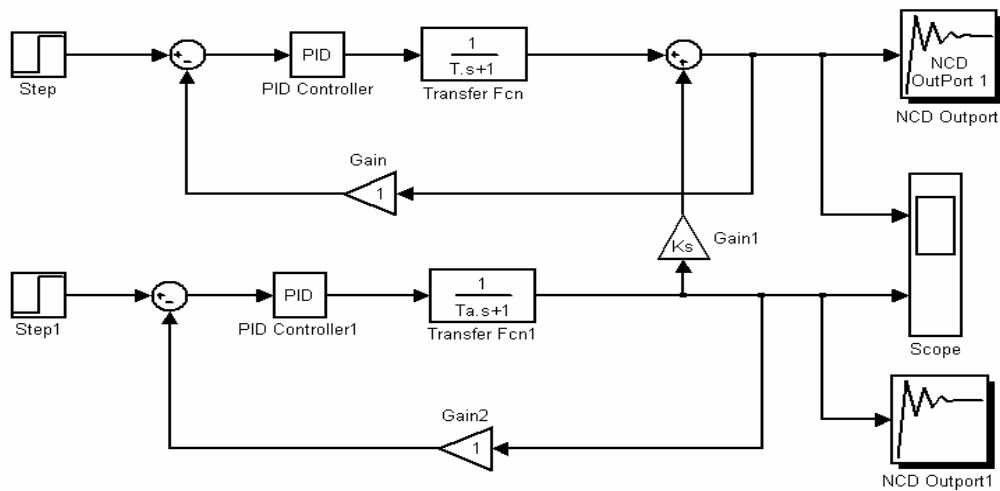


Рисунок 2 – Структурная схема моделирования подачи азота в аварийную выработку.

В результате моделирования установлено, что выбранные параметры ПИД-регуляторов обеспечивают устойчивость системы управления давлением азота между переключками при изменении параметров в зоне горения.

Обоснованная структура системы управления позволяет перейти к практической реализации системы автоматической подачи азота в зону подземного пожара.

Проведенные исследования показали, что автоматизация процесса подачи газа-флегматизатора в изолированный объем аварийных горных выработок позволяет существенно снизить негативное влияние подземных пожаров на окружающую природную среду, и обеспечить безопасность пруда горноспасателей и трудящихся шахты.

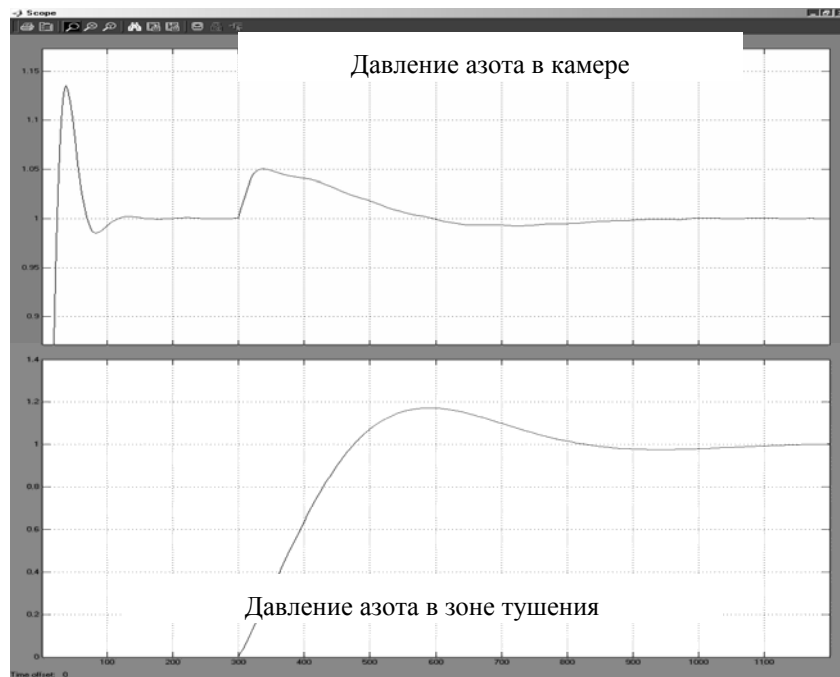


Рисунок 3 – Результаты моделирования подачи азота в аварийную выработку

Результаты моделирования процесса флегматизации газовой среды в аварийной выработке с использованием датчика измерения физических параметров атмосферы типа ТНР-1 (производства Центра Электрификации и Автоматизации в угледобывающей промышленности ЕМАГ) позволяют сделать заключение о технической возможности создания устройства с удовлетворяющим требованиям чувствительности и инерционности параметрами.

Библиографический список:

1. Костенко В.К., Костенко Т.В. / Спосіб гасіння підземних пожеж / Пат. UA №5775, Опубл. 15.03.2005, бюл. № 3.
2. Wasilewski S.: Obserwacja ciśnienia powietrza I potencjału aerodynamicznego w kopalni/Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa. Katowice, "EMAG", nr 3-4(387), 2003, - S. 7-19.
3. Статут ДВГРС по організації і веденню гірничорятувальних робіт. Київ, 1997. – 454 с.