

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ АЗОТА В ЗОНУ ПОДЗЕМНОГО ПОЖАРА

Костенко Т.В., студентка; Гавриленко Б.В., доцент

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

Государственная военизированная горноспасательная служба Министерства топлива и энергетики Украины (ГВГСС) ежегодно принимает участие в ликвидации более 200 аварий со значительными разрушениями и травматизмом. Большинство подземных аварий, ликвидированных ГВГСС, связано с пожарами, удельный вес которых составляет 54%, с обрушениями горных пород (22,5%) и загазованностью (7,7%). На протяжении последних пятнадцати лет в шахтах Украины ежегодно регистрируется от 6 до 36 эндогенных пожаров. При этом активным способом было погашено 36% и изолировано - 59%, а комбинированным способом ликвидировано 5% пожаров. Они стабильно остаются на втором месте, после экзогенных пожаров, по количеству и на первом за размером нанесенных ущербов, которые достигали от 12 до 40% от потерь, причиненных авариями в угольной промышленности [1].

Эндогенные пожары связаны с самонагреванием угля в выработанном пространстве, целиках, за крепью подготовительных выработок. Подавление очагов горения в этих труднодоступных местах затруднено, чем обуславливается высокая продолжительность и трудоемкость тушения пожара. В этой ситуации предотвращение или ограничение до безопасных пределов самонагревания угля – самый перспективный путь борьбы с эндогенными пожарами.

Одним из наиболее перспективных способов предупреждения, локализации и тушения пожаров в шахтах является снижение концентрации кислорода путем подачи в атмосферу аварийного участка инертного газа (азота). Это позволяет сократить срок ликвидации аварии, предотвратить взрывы газозооной смеси на аварийном участке, ускорить охлаждение высокотемпературной зоны до безопасного уровня, снизить интенсивность пожара или полностью прекратить процесс горения.

Более прогрессивным представляется способ тушения подземного пожара с использованием передвижной газоразделительной станции АМГП-15/0,7СУ1. Станция предназначена для получения из атмосферного воздуха газообразного азота с концентрацией 95,5 % и расходом 15 ± 2 м³/мин для предупреждения, локализации и гашения подземных пожаров в шахтах, обеспечения безопасности ведения горных работ.

Основными элементами станции являются соединенные в единый блок мембранные газоразделительные аппараты. Аппараты работают по методу мембранного разделения, суть которого состоит в разной скорости прохож-

дения газов через плоскую полимерную перегородку за счет перепада парциальных давлений.

Атмосферный воздух сжимается компрессором до рабочего давления и подается в блок очистки, где отделяются капельная влага и масло, потом он поступает в фильтр-адсорбер, где отдалаются пары масла. Очищенный воздух поступает в мембранный блок, где за счет перепада парциальных давлений кислород проникает под мембрану и выбрасывается в атмосферу, азот - подается потребителю. С помощью регулирующего вентиля в станции осуществляется изменение расхода и концентрации азота, поступающего в зону пожара.

Азотно-компрессорная станция устанавливается на поверхности шахты и соединяется специально проложенным или технологическим шахтным трубопроводом с аварийным участком.

В зависимости от горнотехнических условий и принятой схемы выпуска его в изолированное пространство выбирается режим работы азотно-компрессорной станции, порядок проведения подготовительных операций по доставке газообразного азота на аварийный участок.

Шахтный технологический трубопровод специально готовят для подачи газообразного азота. С этой целью все ответвления от основной магистрали перекрываются и на каждом отводе устанавливают заглушки, что исключает утечки азота и загазирование им других участков шахты.

Перед подачей азота осматривают трубопровод и устраняют выявленные неисправности. После этого осуществляют пробный выпуск азота, выявляют местные утечки и устраняют их. По соответствующим методикам рассчитываются параметры подачи азота в аварийный участок. При этом подача азота может осуществляться со стороны откаточного или вентиляционного горизонтов, через проемы в изолирующих перемычках, а также по буровым скважинам, пройденным с поверхности в изолированный пожарный участок.

Вместе с тем, опыт применения газоразделительных установок при ликвидации подземных аварий на шахтах им. А.Ф. Засядько, им. Ф.Э. Дзержинского и других предприятиях показал низкую эффективность их работы из-за увеличения до 10% и более концентрации кислорода в изолированном пространстве по причине утечек воздуха в теле перемычки и трещин во вмещающих породах (рис. 1). Это не обеспечивает необходимый для подавления тлеющего горения состав газовой смеси, в которой содержание кислорода не должно превышать 1..2%.

Более эффективная инертизация изолированного объема горных выработок обеспечивается возведением в аварийной выработке дополнительной перемычки (рис. 2), а от подающего азот трубопровода делается ответвление, через которое газ поступает в камеру между двумя перемычками [3].

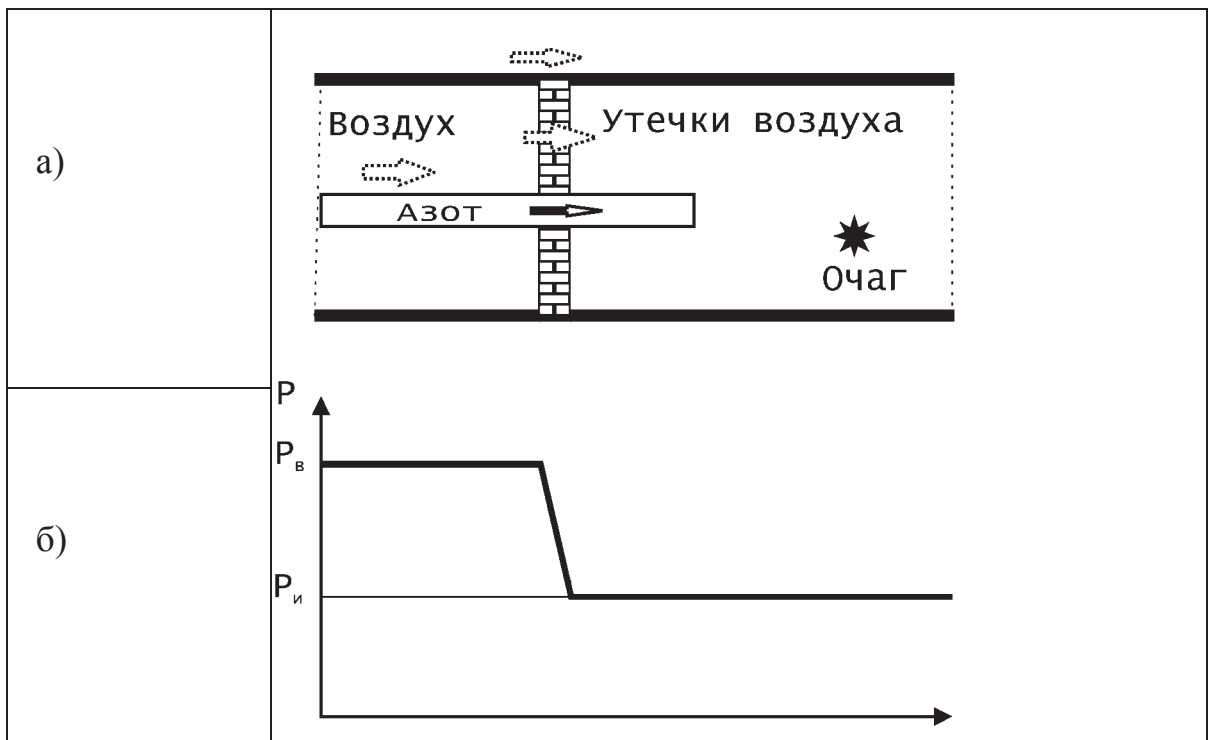


Рис. 1 - Схема подачи азота к очагу горения (а) и распределение давления газа (б) в выработке: P_B и P_I - давление воздуха до и после изолирующей перемычки.

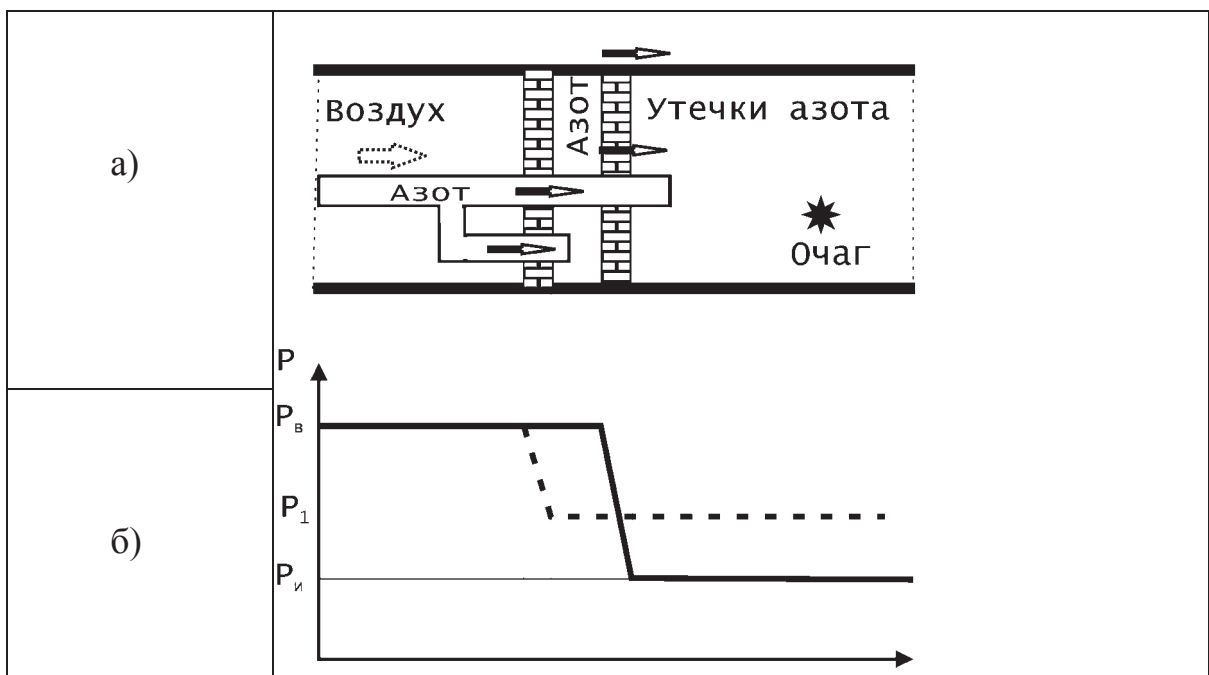


Рис. 2 - Схема подачи азота к очагу горения с исключением утечек воздуха (а) и распределение давления газа (б) в выработке: P_B и P_I - газовое давление до и после изолирующей перемычки; P_1 - газовое давление после изолирующей перемычки.

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 выравнивать 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 изолированную таким образом выработку через возведенную дополнительную перемычку будет иметь место подсос исключительно азота, что повышает эффективность гашения подземного пожара.

После заполнения азотом участка аварийной выработки между перемычками и очагом самонагрева или горения, интенсивность подачи инертного газа можно уменьшить. Непостоянство давления перед камерой со стороны свежей воздушной струи обусловлено колебаниями депрессии из-за: изменения атмосферного давления и режимов работы вентилятора главного проветривания; переходных процессов в сети горных выработок при открывании шлюзов, взрывных работах; поршневого эффекта при движении шахтного транспорта; включения и отключения вентиляторов местного проветривания; обрушения кровли в выработанном пространстве. Все эти процессы носят случайный характер, поэтому обеспечение равенства давлений возможно только путём автоматического регулирования давления азота в камере. Кроме того, существует необходимость обеспечения огнетушащей концентрации азота не ниже 98%. Согласно основным техническим данным установки АМП-15/0,7СУ1 при номинальном давлении около 1,1 МПа содержание азота составляет только 95,5%. Такая концентрация не обеспечивает подавление тлеющего горения древесины, что создаёт угрозу рецидива пожара при вскрытии изолированного участка. Повысить содержание азота и снизить содержание кислорода можно только путём снижения давления на мембранах [1]. Снижение давления на мембранах обеспечивает также экономическую эффективность, что объясняется снижением расхода электроэнергии на работу компрессора. Однако, снижение подачи азота сопряжено с угрозой взрыва метановоздушной смеси в районе очага горения. Инертизация атмосферы в изолированном участке связана с необходимостью обеспечения такого соотношения метана, азота и кислорода, чтобы оно находилось вне „треугольника взрываемости” [2].

Для решения поставленных выше задач на базе серийно выпускаемого микроконтроллера предлагается система автоматического регулирования содержания азота в аварийной выработке и изолирующей камере путем использования средств отбора информации о текущих параметрах шахтной атмосферы. Принцип работы системы автоматического регулирования заключается в следующем.

В горной выработке со стороны поступающей свежей струи воздуха, и в изолированной камере устанавливаются датчики давления, имеющие электрический выходной сигнал. В блоке логики системы регулирования сравни-

вается величина давления в выработке со свежей струей воздуха и в камере. Если эти давления не равны, вырабатывается сигнал на принудительное открывание через исполнительный механизм управляемой задвижки, установленной на ответвлении трубопровода, подающем азот в камеру. Содержание азота в камере увеличивается до тех пор, пока не будет обеспечено равенство давлений в камере и в выработке со свежей струей воздуха. После этого система регулирования вырабатывает команду на автоматическое закрытие задвижки и прекращение подачи азота в камеру. После стабилизации рабочего давления в камере дальнейшая работа системы регулирования подачи азота осуществляется в следящем режиме.

Количество азота в зоне горения или самонагревания регулируется по температуре и содержанию кислорода в шахтной атмосфере аварийной выработки. Для этого используются косвенные показания пирометра и анализатора кислорода, которые располагаются не в зоне нагревания или очага горения, а непосредственно в аварийной выработке на расстоянии 10-15м. от изолирующей камеры и имеют электрический выходной сигнал. 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 [2]. 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.

Применение системы и средств автоматического регулирования подачи инертного газа в зону подземного пожара позволит повысить эффективность и уменьшить время его ликвидации, обеспечит экономию электроэнергии.

Перечень ссылок

1. Булгаков Ю.Ф. Тушение пожаров в угольных шахтах. Донецк. НИИГД, 2001. - 280 с.
2. Статут ДВГРС по організації і веденню гірничорятувальних робіт. Київ, 1997.- 454с.
3. Костенко В.К., Костенко Т.В. Деклараційний патент на корисну модель. Спосіб гасіння підземних пожеж. Донецьк. ДонНТУ, 2005.