

*В.К. Костенко, д-р техн. наук, профессор, Е.Л. Завьялова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Т.В. Костенко, Е.В. Волынец
(Донецкий национальный технический университет)*

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ СПОСОБОВ ТУШЕНИЯ РАЗВИВШИХСЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТАХ

Разработаны новые способы тушения развившихся подземных пожаров в труднодоступных местах, обеспечивающие безопасность ведения работ по предупреждению и тушению очагов горения в горных выработках путем сокращения периода перехода от газовой среды с опасной концентрацией горючих компонентов к инертной атмосфере и недопущения создания взрывоопасной метановоздушной смеси. Применение предложенных нововведений ведет к уменьшению выделения парниковых и токсичных газов в окружающую среду, снижению расходов на ведение аварийных работ, а следовательно, к увеличению эколого-экономической эффективности существующих способов.

Ключевые слова: подземный пожар, инертный газ, газификационная установка, утечки воздуха, изолирующие перемычки, взрывоопасность, метановоздушная смесь.

Проблема и ее связь с важнейшими научными и практическими задачами. Тушение подземных пожаров в труднодоступных местах, таких как выработанные пространства лав, деформированные угольные целики, купола за крепью подготовительных выработок, бункера и тому подобное, является наиболее трудоемким, продолжительным, опасным и дорогостоящим видом подземных горноспасательных операций в современной мировой практике угледобычи. На протяжении последних пятнадцати лет в шахтах Украины ежегодно регистрировали от 6 до 36 эндогенных пожаров. Активным способом было погашено 36%, изолировано – 59%, комбинированным способом ликвидировано 5% пожаров. Они стабильно остаются на втором месте после экзогенных пожаров по количеству и на первом – по размеру нанесенного ущерба, который составляет от 12 до 40% от потерь, причиненных авариями в угольной промышленности.

Кроме прямых убытков, связанных с потерей техники, горных выработок и подготовленных к выемке запасов угля, в интенсивно отрабатываемых выемочных полях особенно большие потери связаны с простоями лав или несвоевременной подготовкой фронта очистных работ. За последние годы эндогенными пожарами были выведены из эксплуатации или осложнена подготовка самых продуктивных в Украине выемочных полей на шахтах "Привольнянская", им. А.Ф. Засядько, им. Г.Г. Капустина, "Самсоновская – Западная", "Краснолиманская", «Красноармейская – Западная» №1 и др.

Наряду с этим подземные пожары также оказывают негативное экологическое воздействие на окружающую среду. В результате пожара в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества, как двуокись углерода и серы, окиси углерода и азота, в воду поступают фенолы и формальдегиды, снижается прочность горелой породы, в результате чего требуется применение более мощной крепи в горных выработках.

Таким образом, разработка новых способов предупреждения и тушения развившихся подземных пожаров в труднодоступных местах является актуальной научно-практической задачей.

Анализ последних исследований и публикаций. Особенно сложным представляется тушение происходящих в труднодоступных местах пожаров от самовозгорания взаимодействующего с воздухом угля [1, 2]. Непосредственное воздействие в таких условиях на очаг горения огнетушащими средствами, как правило, невозможно из-за сложности проникновения к очагу горения, угрозы осложнения таких аварий задымлением, загазированием, а нередко взрывами

пылегазовоздушных смесей, обрушениями горных пород в выработки, нестабильности режимов проветривания и повышенными температурами в местах ведения аварийных работ.

Одним из наиболее перспективных способов предупреждения, локализации и тушения пожаров в шахтах является инертнизация атмосферы аварийного участка, под которой понимают искусственное снижение концентрации кислорода в атмосфере горных выработок путем подачи в него флегматизирующего горение газа [2, 3]. Чаще всего, в настоящее время, используют газообразный азот, хотя существуют технологии применения диоксида углерода, парогазовой смеси. Инертизация с помощью газообразного азота позволяет решить следующие задачи в ходе ликвидации подземного пожара: сократить срок ликвидации аварии; предотвратить взрывы газозадушной смеси на аварийном участке; ускорить охлаждение высокотемпературной зоны до безопасного уровня; локализовать или полностью прекратить процесс горения.

Для обеспечения рационального режима инертнизации воздуха в изолированном объеме горных выработок авторами предложено использовать энергию потока инертного газа, поступающего от мембранной установки [4, 5]. Для этого в выработке возводят дополнительную изолирующую перемычку, а от трубопровода для подачи азота делают ответвление, через которое газ поступает в пространство (камеру) между двумя перемычками (рис. 1).

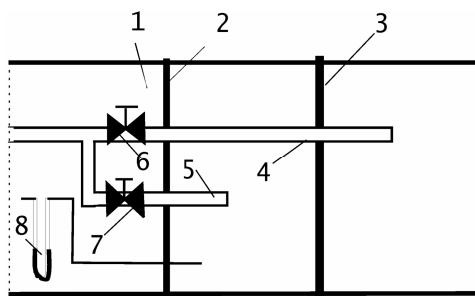


Рис. 1. Технологическая схема подачи азота в аварийную горную выработку:

1 – воздухоподающая выработка; 2, 3 – изолирующие перемычки №1 и №2 соответственно; 4 – трубопровод; 5 – патрубок; 6, 7 – задвижки; 8 – манометр

Когда камера заполняется азотом, подачу его через ответвление регулируют таким образом, чтобы выровнять давление в выработке со стороны поступающей свежей воздушной струи и между перемычками. В этой ситуации отсутствуют подсосы воздуха через перемычку в камеру. Перепад давлений перераспределяется на участок выработки, разделенный дополнительной перемычкой, по обе стороны которой находится азот, он же составляет вещество утечек. Таким образом, возведением в воздухоподающей выработке дополнительной перемычки и подачей за нее азота достигается замена утечек воздуха на утечки азота, и, следовательно, исключаются подсосы воздуха в изолированную выработку. Это позволило разработать способы тушения подземных пожаров [2-5], позволяющие обеспечить более эффективную ликвидацию аварии с учетом особенностей работы мембранных установок.

Однако при закрытии проемов в перемычках увеличивается депрессия, приложенная к изолированному объему, и резко возрастает поступление метана из выработанного пространства и вмещающих выработки трещиноватых газосодержащих пород. Кроме того, в период заполнения камеры инертным газом продолжают утечки воздуха в изолированный объем сквозь тела перемычек и трещины в окружающем их горном массиве, что ведет при смешивании с метаном к образованию взрывоопасной смеси. Поскольку флегматизация газозадушной смеси осуществляется путем подачи инертного газа от мембранной газоразделительной установки, продуктивность которой значительно меньше утечек воздуха в период заполнения камеры между перемычками инертным газом, это ведет к увеличению длительности периода образования смеси с низким содержанием кислорода, в результате чего значительный объем может быть заполнен взрывоопасной смесью. Таким образом, несмотря на увели-

чение эффективности тушения подземных пожаров в результате реализации предложенных способов [2-5], существует угроза взрыва в изолированном объеме горных выработок, обусловленная значительной длительностью периода образования взрывобезопасной газовой смеси с низким содержанием кислорода. Это обстоятельство значительно снижает эколого-экономическую эффективность предложенных способов тушения развившихся подземных пожаров в труднодоступных местах.

Постановка задачи исследований. Задачей данных исследований является обеспечение безопасности ведения работ по предупреждению и тушению очагов горения в горных выработках за счет сокращения периода перехода от газовой среды с опасной концентрацией горючих компонентов к инертной атмосфере и недопущения формирования взрывоопасной метановоздушной смеси. Это позволит повысить эколого-экономическую эффективность способов тушения развившихся подземных пожаров в труднодоступных местах.

Результаты исследований. Авторами предложен способ предупреждения и тушения очагов горения в подземных выработках. На первом этапе в горной выработке 1 (рис. 2а) одновременно возводят перемычки 5, размещают эластичную оболочку 9, один конец которой затянут хомутом 8, и наполняют ее инертным газом из трубопровода 2 от мембранной газоразделительной установки через патрубок для подачи инертного газа 3, устанавливая расход с помощью регулятора расхода инертного газа 4. Поскольку задачей, решаемой при разработке нового способа, было сокращение периода перехода от газовой среды с опасной концентрацией горючих компонентов к инертной атмосфере и недопущение создания взрывоопасной метановоздушной смеси, необходимо как можно быстрее заполнить изолированный объем горных выработок инертным газом. Таким образом, объем эластичной оболочки должен быть не менее объема горных выработок на участке от изолирующих перемычек до очага горения. Оболочка может состоять из цепи эластичных фрагментов, соединенных жесткими трубопроводами с кранами.

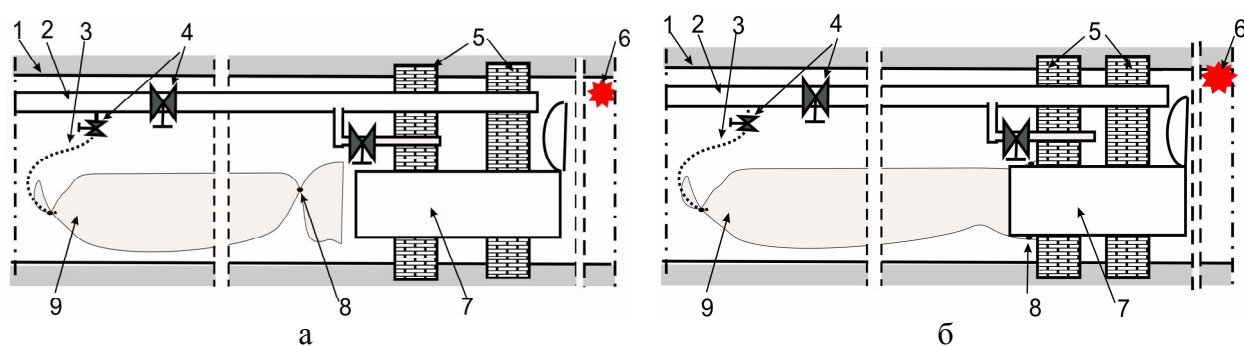


Рис. 2. Способ предупреждения и тушения очагов горения в подземных выработках:

1 – выработка, 2 – трубопровод для подачи инертного газа от газификационной установки, 3 – патрубок для подачи инертного газа, 4 – регуляторы расхода инертного газа, 5 – изолирующие основная и дополнительная перемычки с отверстиями, 6 – очаг горения, 7 – проемная труба в изолирующих перемычках, 8 – хомут, 9 – эластичная оболочка

После возведения перемычек патрубок 3 перекрывают, соединяют эластичную оболочку 9 с проемной трубой 7 с помощью хомута 8 и подают инертный газ в изолированный объем к очагу горения 6 одновременно от газоразделительной установки по трубопроводу 2 и из эластичной оболочки 9 (рис. 2б). Если последняя состоит из фрагментов, то для сокращения времени заполнения изолированного объема инертным газом необходимо обеспечить их параллельное подсоединение к проемной трубе. Регулирование депрессии осуществляют на основной перемычке с помощью регулятора расхода инертного газа таким образом, чтобы перепад давлений в выработке перед основной перемычкой и в пространстве между перемычками был незначительным.

Количество инертного газа, поступающего из оболочки, достаточно для заполнения участка от дополнительной перемычки до очага горения. Инертный газ, поступающий от мембран-

ной газоразделительной установки, будет компенсировать утечки через выработанное пространство. Резкое сокращение количества кислорода в изолированном объеме горных выработок сводит к минимуму вероятность появления взрывоопасной метановоздушной смеси, тем самым обеспечивается безопасность ведения работ в период существования угрозы взрыва.

Выводы. Таким образом, за счет размещения в горных выработках дополнительной эластичной оболочки, заполненной инертным газом, и одновременной подачей газа из оболочки и мембранной газоразделительной установки, можно значительно уменьшить время заполнения изолированного пространства, и тем самым, сократить период перехода от воздушной среды с опасной концентрацией горючих компонентов к инертной атмосфере в изолированном аварийном участке. Этим достигается решение поставленной задачи обеспечения безопасности ведения работ по предупреждению и тушению пожаров в подземных горных выработках. При этом сокращение времени ликвидации аварии и риска появления взрывоопасной метановоздушной смеси приведет к уменьшению выделения парниковых и токсичных газов в окружающую среду, снижению расходов на ведение аварийных работ, а следовательно, эколого-экономическая эффективность способов тушения развившихся подземных пожаров в труднодоступных местах увеличится.

Список літератури:

1. Булгаков Ю.Ф. Тушение пожаров в угольных шахтах/ Ю.Ф.Булгаков. – Донецк: НИИГД, 2001. – 280 с.

2. Предупреждение и тушение подземных эндогенных пожаров в труднодоступных местах/ [Костенко В.К., Булгаков Ю.Ф., Подкопаев С.В. и др.]; под ред. В.К. Костенко. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2010. – 253 с.

3. Костенко В.К. /Технологія профілактики та гасіння підземних пожеж у важкодоступних місцях/ В.К.Костенко, Т.В. Костенко// Форум гірників – 2000: матеріали міжнарод. конф., 12-14 жовт. 2005 р. Т.3.–Дніпропетровськ, 2005. – С. 47 – 54.

4. Пат. на винахід №77132 Україна, МПК E21F 5/00. Спосіб подачі інертного газу до джерела горіння або самонагрівання вугілля/ В.К. Костенко, Т.В. Костенко; заявник і власник ДонНТУ. – № 200506546; заявл. 04.07.2005; опубл. 16.10.2006, Бюл. №10.

5. Патент на винахід № 79818 Україна, МПК E21F 17/107. Спосіб попередження та гасіння джерел самонагрівання або горіння/ В.К. Костенко, Т.В. Костенко; заявник і власник ДонНТУ. – № 200502992; заявл. 01.04.2005; опубл.25.07.2007, Бюл. № 11.

В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, Т.В. Костенко, К.В. Волинець

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ НОВИХ СПОСОБІВ ГАСІННЯ РОЗВИНУТИХ ПІДЗЕМНИХ ПОЖЕЖ В ВАЖКОДОСТУПНИХ МІСЦЯХ

Розроблені нові способи гасіння розвинутих підземних пожеж в важкодоступних місцях, що забезпечують безпеку ведення робіт по запобіганню і гасінню осередків горіння в гірничих виробках шляхом скорочення періоду переходу від газоповітряної середовища із небезпечною концентрацією горючих компонентів до інертної атмосфери і недопущення створення вибухонебезпечної метаноповітряної суміші. Застосування запропонованих нововведень веде до зменшення виділення парникових і токсичних газів в навколишнє середовище, зниженню витрат на ведення аварійних робіт, а отже, до збільшення еколого-економічної ефективності існуючих способів.

Ключові слова: підземна пожежа, інертний газ, установка газифікації, витоки повітря, вибухонебезпека, метаноповітряна суміш

ECOLOGY-ECONOMIC EFFICIENCY OF NEW METHODS OF UNDERGROUND FIRES IN DIFFICULT-ACCESSING PLACES EXTINGUISHING

New methods of underground fires in difficult-accessing places extinguishings are developed. This provides safety of conduct of works on warning and extinguishing of hearths of burning in the mining making by reduction of transition period from a gas-air environment with the dangerous concentration of combustible components to the inert atmosphere and non-admission of creation of explosive methane-gas mixture. Application of the offered innovations conduces to diminishing of selection of hotbed and toxic gases in an environment, to cutting of costs on the conduct of emergency works, and consequently, to the increase of ecology-economic efficiency of existent methods.

Key words: underground fire, rare gas, gasification setting, losses of air, explosiveness, methane-gas mixture

