

## ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ. ИНДИКАТОРНЫЕ ГАЗЫ

З.Р. Исмагилов, д.х.н., член-корреспондент РАН, директор,  
Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН  
Ч.Н. Барнаков, д.х.н., зав. лабораторией,  
Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН  
С.Н. Вершинин, к.х.н., с.н.с.  
Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН

Определение путей прохождения воздуха в местах, недоступных человеку, является очень важной задачей. Эта проблема является постоянной для шахтёров во всех угледобывающих странах. Количество аварий очень велико. В таблице 1 показана статистика аварий США за 1983-2009 годы.

Таблица 1.

Количество аварий в США, связанных с взрывами и пожарами [1].

Виды аварий	Количество аварий	
	Тяжёлые	Общее количество
Пожары	82	10781
Возгорания и взрывы метана и угольной пыли	82	290
Общее количество	164	11071

Одной из причин аварий может быть неправильно сформированная схема вентиляции шахт.

Для заводов, имеющих длинные, сложные по конфигурации тунNELи с электрокабелями и трубопроводами проблема вентиляции и скопления воздуха, возможно содержащего горючие газы и пары также актуальна. Для определения направления и скорости движения воздуха применяются «газы-трассёры». Этот способ разработан в США. Традиционно применяются гексафторид серы и хладон 114 B2. При использовании этих газов пробы воздуха с определённой периодичностью отбираются в газовые пипетки. Появление газа в точке отбора проверяется в лаборатории на хроматографе. Такой способ отнимает много времени, иногда почти сутки, и не всегда даёт точную информацию. Причиной этому является отбор проб фактически вслепую. Период между отборами проб достаточно велик. В нашей стране наблюдались случаи, когда пробоотборщики «промахивались» со временем прохождения газа в точке отбора проб.

Авторы разработки методики применения газов-трассёров считают главным достоинством применяемых газов их термическую и химическую стойкость. В любых условиях, даже при пожаре, они не разлагаются и их можно зафиксировать. Расширение ассортимента применяемых газов в США продолжается привлечением других, также очень стойких соединений и определением их хроматографически. Предлагаются фторированные углеводороды. В таблице 2 показаны Новые газы-трассёры, исследуемые в США.

Таблица 2.  
Новые газы-трассёры, исследуемые в США

Газ-трассёр	Молекулярная масса, а. е. м.
CF <sub>4</sub>	88
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	188
C <sub>7</sub> F <sub>14</sub>	146

Химическая стойкость трассёров является и их недостатком. Единственный метод их определения – это хроматография, что связано с длительностью анализа [1].

Поэтому появилась потребность в разработке новых газов-трассёров. В настоящее время в России используется хлористый метилен, другое название дихлорметан [2]. Он является также достаточно стойким соединением, но его появление можно определять индикаторными трубками, что заметно повышает оперативность и точность анализов. Периодичность отбора проб составляет обычно 10 минут. «Промахи» со временем отбора исключены. Наличие газа-трассёра в атмосфере шахты в точке отбора определяется не позднее чем через 10 минут после его появления. Применяемые в настоящее время газы-трассёры показаны в таблице 3.

Таблица 3.

#### Газы-трассёры, применяемые в разных странах

Газ-трассёр	Стабильность в атмосфере	Метод индикации	Страна
Гексафторид серы Молекулярная масса 146	Очень стойкий	Хроматография	Все угледобывающие страны
Хладон 114B2 Молекулярная масса 260	Стойкий	Хроматография	Россия, СНГ
Дихлорметан Молекулярная масса 85	Стойкий	Индикаторные трубки	Россия

Применение дихлорметана увеличивает оперативность обследования шахт. Вместе с тем, оба рассмотренных метода имеют свои недостатки. Хладон 114B2, шестифтористая сера, дихлорметан являются стойкими веществами, способными скапливаться в низких местах. При изменении системы вентиляции, изменения геометрии каналов они могут внезапно появиться в исследуемых пространствах и повлиять на результаты обследования. Возможно, это объясняет результаты некоторых обследований шахт, когда трассёр обнаруживался в местах, где он даже теоретически не мог появиться.

Сотрудниками ИУХМ СО РАН совместно с сотрудниками НЦ ВостНИИ в настоящее время изучается возможность применения в качестве газов-трассёров нестойких в атмосфере шахт реагентов. Достоинством таких трассёров является быстрота определения и отсутствие влияния ранее проведённого обследования на последующие. Трассёр после подачи в шахту в течение нескольких дней разлагается под действием кислорода и водяных паров и даже теоретически не может «проявиться» при следующем обследовании. Выбор газов может оказаться достаточно большим. На применение одного нестойкого газа-трассёра подана заявка на получение патента. Возможна организация синтеза нестойких газов-трассёров на площадях института углехимии и химического материаловедения СО РАН

### Список литературы

1. Rosemary Rita Patterson Determination of a novel mine tracer gas and development of a methodology for sampling and analysis of multiple mine tracer gases for characterization of ventilation systems April 5, 2011 Blacksburg, VA.
2. Вершинин С.Н., Федорович А.П., Игишев В.Г. Способ определения путей фильтрации рудничного воздуха в шахтах. Патент РФ № 2321750, кл. E21F5/00, Опубликовано: 10.04.2008

