

УДК 622.8

П.В. Емелин

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ГАЗОВ КАК КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Раннее обнаружение признаков самонагревания угля позволяет своевременно локализовать и ликвидировать эндогенные пожары, затратив на это минимум сил и средств.

Эффективность контроля за развитием процесса самонагревания угля определяется в значительной степени эффективностью способов и средств определения газового состава атмосферы выработок, оконтуривающих очистные забои, важнейшим из которых является установление для конкретных условий фоновых значений содержания индикаторных газов.

Исследованиями и практикой разработки угольных месторождений подземным способом установлено, что в атмосфере выемочных участков, как действующих, так и изолированных, постоянно могут присутствовать окись углерода, углекислый газ, водород и предельные углеводороды, наличие которых не обусловлено процессом самонагревания угля. Источниками формирования этих компонентов в шахтной атмосфере являются окисление обнаженных поверхностей угля и вмещающих пород, выделение из них природных газов при естественной дегазации, технологические процессы выемки и

транспортировки угля.

При установившихся режимах технологических процессов и проветривания в очистном забое и оконтуривающих его выработках концентрации газов в течение длительного времени если и изменяются, то в узких пределах. Аналогичная картина наблюдается и при постепенном процессе окисления угля в присечных целиках, происходящем в результате взаимодействия целика с воздушной струей. Среднее содержание этих газов в атмосфере выемочного участка и называется фоновым содержанием индикаторных газов.

При возникновении очагов активного самонагревания угля концентрация индикаторных газов возрастает, поэтому определение фона индикаторных газов, как базы отсчета, и наблюдения за его превышением повышают эффективность оперативности обнаружения начальных признаков самонагревания угля.

По существу вопроса о фоновых значениях содержания индикаторных газов необходимо отметить следующие важные моменты.

В Приложении 9 («Методика определения фонового содержания индикаторных газов ...») « Инструкции по преду-

преждению и тушению подземных эндогенных пожаров» [1] установлено, что определение фона должно выполняться уже после начала подвигания очистного забоя, а не в процессе подготовки лавы. Хотя ясно, что определенные концентрации индикаторных газов могут появляться при проходке подготовительных выработок, при окислении угля в присечных целиках и тому подобных процессах.

Однако более важно то, что ни в самой упомянутой «Методике...», ни в «Инструкции...» [1] нет четких предписанных действий - как использовать полученные фоновые значения для оценки риска возникновения эндогенной пожароопасности.

Для анализа соотношений содержания пожарных газов в пробах, отобранных в фиксированный момент времени и в конкретных условиях, с фоновыми значениями этих газов необходимо иметь результаты лабораторных экспериментов позволяющих установить зависимости концентраций индикаторных газов от температуры для каждого пласта угля.

Эти зависимости имеют практическую ценность в двух аспектах. Во-первых, имея фо-

Таблица 1. Расчетные формулы концентрации индикаторных газов от температуры угля

Пласт	Газ	Расчетная формула
К12	CO ₂	$C = 0,02 \cdot \exp(0,00401 \cdot t^{1,33})$ об.%
	CO	$C = 0,0004 \cdot \exp(0,186 \cdot t^{0,72})$ об.%
	H ₂	$C = 0,0002 + 0,078 \cdot \exp(-0,59 \cdot 10^{-6} (300-t)^{2,98})$ об.%
Д6	CO ₂	$C = 0,01 \cdot \exp(0,406 \cdot 10^{-4} \cdot t^{2,26})$ об.%
	CO	$C = 0,001 \cdot \exp(0,0103 \cdot t^{1,3})$ об.%
	H ₂	$C = 2 \cdot 10^{-4} + 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot \exp(-0,026(300-t)^{1,7}/(t-100))$ об.%

новые значения в конкретных условиях, можно скорректировать начальные точки отсчета при расчетах по формулам или по графикам зависимостей. Во – вторых, определенные превышения замеренных концентраций индикаторных газов над фоновыми позволяют с большей достоверностью прогнозировать температуру в очаге возможного самонагревания угля.

На рис. 1 - 3 приведены зависимости концентрации наиболее показательных индикаторных газов (окиси углерода, водорода и двуокиси углерода) от температуры нагревания угля для наиболее пожароопасных пластов К12 и Д6 [2], а в табл. 1 – зависимости для расчета концентрации выше перечисленных индикаторных газов от температуры нагревания угля.

Как следует из результатов лабораторных исследований, содержание продуктов низкотемпературного окисления составляет очень незначительное количество в процентном отношении к сумме всех газов.

Вполне вероятно, что в условиях работы очистных и проходческих забоев шахт обнаруживаются определенные концентрации принятых для контроля индикаторных газов, обусловленные как природными, атмосферными так и технологическими факторами.

Как уже отмечалось ранее, определенное количество двуокиси и окиси углерода, водорода может присутствовать в массивах угля, содержащихся в присечных целиках, в боках, кровле и почве выработок, пройденных по углю.

В рамках настоящей работы проанализированы результаты анализов содержания индикаторных газов CO , H_2 в пробах, отобранных из наблюдательных станций, установленных в различных местах конвейерного бремсберга 22-К12-1ю шахты им. Костенко. Наблюдения проводились в период с 08.06.2004 г по 17.06.2004 г.

Из 24 наблюдательных

станций для анализа содержания индикаторных газов были выбраны 8, в том числе 3 (№ 1, 12, 16) в бок выработки, 4 (№ 7, 8, 10, 11) в почву и 1 № 9 – в кровлю.

Среднее содержание окиси углерода в наблюдательных станциях, установленных в боках выработки, составило порядка 0,02 %, водорода – 0,0014 %; в наблюдательных станциях в кровле выработки, соответственно, 0,015 % и 0,001 %; и в

почве выработки – 0,008 % и 0,0009 %. Поскольку за наблюдательный период 10 суток в пробах воздуха не было тенденции к росту концентраций, то данные величины (осредненные значения концентраций газов) с уверенностью можно рассматривать и принимать за фоновые значения для этого участка шахты.

Дополнительно нами были проанализирована динамика изменения отношения концен-

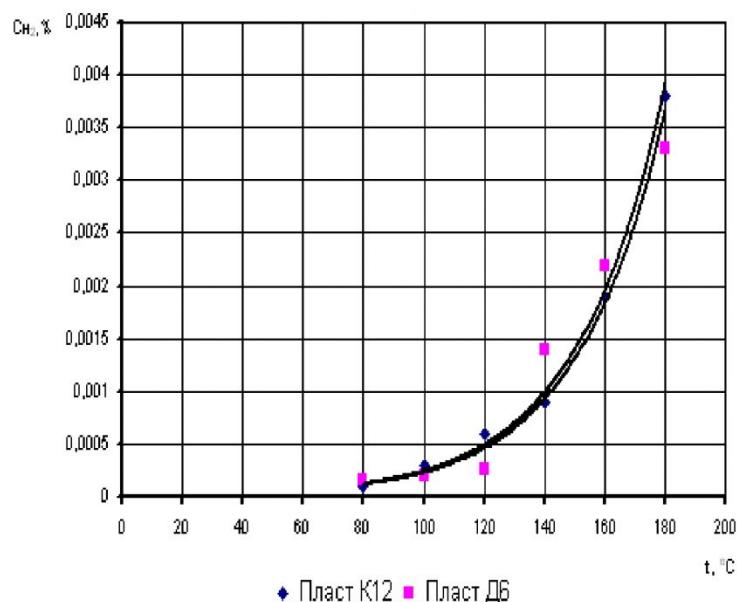


Рис. 1 Зависимости $C_{\text{H}2} = f(t^{\circ}\text{C})$ для пластов К12, Д6.

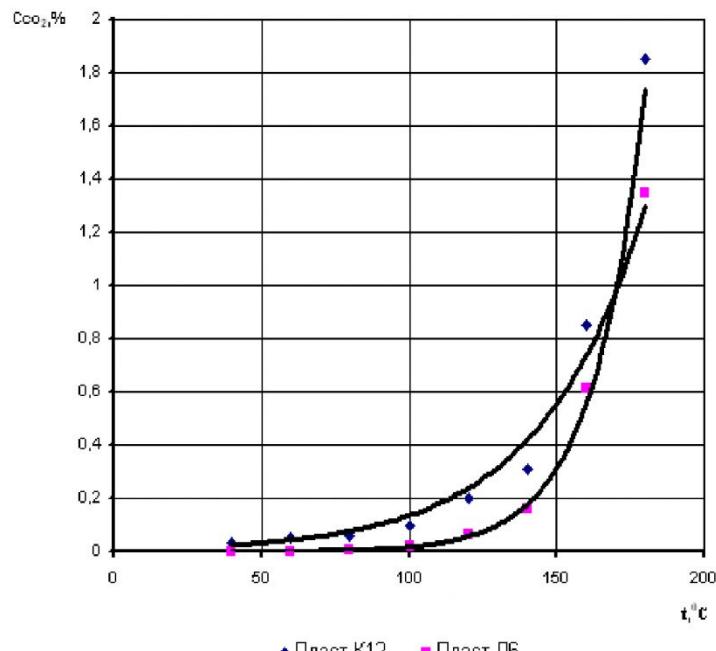
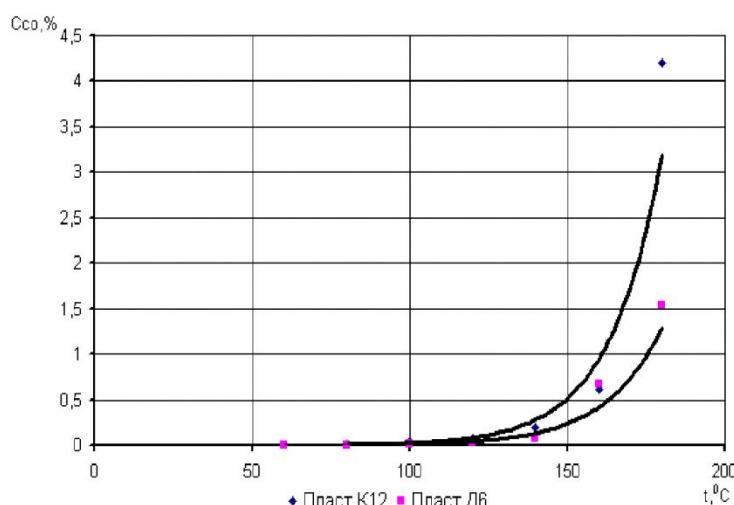


Рис. 2 Зависимости: $C_{\text{CO}2} = f(t^{\circ}\text{C})$, - для пластов К12, Д6.

Рис. 3 Зависимости $C_{CO} = f(t^o C)$ для пластов K12, Д6.

трации оксида углерода к содержанию водорода, как показателя

данных таблицы, принимает значение менее 0,5. Это значит,

оценку проводят по результатам анализа трех дополнительных проб, отобранных последовательно через каждые 4 часа.

Выводы

1. Определение фоновых значений индикаторных газов и использование их для оценки пожароопасности необходимо с учетом конкретных горногеологических и технологических условий подготовки и отработки для каждого выемочного участка.

2. Контроль за составом рудничной атмосферы в пределах каждого выемочного участка с целью раннего обнаружения эндогенных пожаров должны производиться в два этапа.

Таблица 2. Зависимости отношения CO/H₂ от времени по наблюдательным станциям

Наблюдательная станция	Эмпирическая формула $CO/H_2 = f(\tau)$	Величина R^2
н/с 1	$f = -9 \cdot 10^{-4} \tau^4 - 2 \cdot 10^{-5} \tau^3 + 4,7 \cdot 10^{-3} \tau^2 + 0,3\tau + 16,5$	0,263
н/с 7	$f = 10^{-4} \tau^4 - 2 \cdot 10^{-4} \tau^3 + 5,4 \cdot 10^{-3} \tau^2 + 0,1\tau + 6,4$	0,437
н/с 8	$f = -0,063\tau + 11,18$	0,364
н/с 9	$f = 0,0953\tau + 6,34$	0,341
н/с 11	$f = 0,103\tau + 4,25$	0,227
н/с 12	$f = 10^{-6} \tau^4 - 3 \cdot 10^{-4} \tau^3 + 0,036\tau^2 + 1,25\tau + 23,5$	0,495
н/с 16	$f = -0,12\tau + 22,05$	0,254

стадии самонагревания угля [3].

Характер изменение показателя CO/H₂, а именно тенденция к увеличению с ростом температуры, и наличию пиковых значений при переходе стадии возгорания в стадию горения для всех марок углей делают возможным классифицировать пожар на стадии по признакам.

В табл.2 представлены эмпирические формулы зависимостей CO/H₂ от времени, полученные математической обработкой данных по анализу проб из наблюдательных станций.

Величины R² (коэффициент детерминации), показывающие влияние фактора на исследуемую функцию, как видно из

что изменение соотношения CO/H₂ менее чем 50 % обусловлено влиянием времени, то есть нет четкой тенденции увеличения величины соотношения CO/H₂ со временем, что свидетельствовало бы об активном процессе самонагревания угля.

Для оценки пожарной ситуации необходимо сравнить полученную величину принятого показателя с его значением, соответствующим фоновому уровню. Устойчивое увеличение в пробах, а также повышение концентрации водорода, резкое сокращение содержания кислорода и рост углекислого газа в исследуемой атмосфере свидетельствуют о самонагревании угля. Окончательную

Первый этап (предварительный) включает в себя определение фоновых концентраций CO₂, CO и H₂.

Второй этап (контрольный) предусматривает постоянное наблюдение за изменением содержания индикаторных газов в атмосфере контролируемого участка.

3. Приведенные данные и их анализ показывают, что даже простая математическая обработка информации по результатам отбора проб воздуха дает определенную базу при установлении фоновых значений индикаторных газов для определенного шахтопласта, блока шахтного поля или выемочного участка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров на шахтах Карагандинского бассейна. - Караганда, 1998. 49с.
2. Исследовать состав продуктов низкотемпературного окисления углей с целью выделения наиболее показательных индикаторных газов: отчет по НИР КО ВНИИГД. -1985 г
3. Иглишев В.Г. Борьба с самовозгоранием угля в шахтах. М.: Недра, 1987. 176 с.

Автор статьи:

Емелин

Павел Владимирович
- канд. техн. наук, доц. каф. «Рудничная аэробиология и охрана труда»
(Карагандинский государственный
технический университет)