

Зависимость газодинамического явления от температуры и давления

Шилагарди Г. *, Түвшинтур П., Отгончимэг Т., Улам-Оргих Д., Мунхцэцэг С.
Монгольский Государственный Университет, Школа Наука,
Физический Факультет, Улан-Батор 210646, Монголия

Для прогнозирования газодинамического явления в угольных месторождениях в частности, выбросоопасности, согласно, выдвинутой нами моделью необходимо, определить дисперсию интенсивностей ЭПР спектров, зависящую от геологического времени D_I равную 0.085 ($CH-$) и 0.07 ($C-$) для гомогенного и 0.26 для гетерогенного состояния.

В первом приближении дисперсия интенсивностей D_I зависит от температуры и давления. Определённая нами дисперсия интенсивностей зависящая от давления D_P для взрывоопасного месторождения около 0.70, а незрывоопасного 0.07 - 0.10, следовательно, значение D_P для этих месторождений различаются почти на порядок.

PACS коды: 32.30.Dx, 76.30.-v, 75.78.-n

I. Введение

Угли являются сложной многокомпонентной системой. В процессе естественного метаморфизма любого природного углесодержащего вещества происходит сложная цепь физико-химических превращений, в числе которых наиболее значимыми являются физико-химические преобразования в $CH-$ и $C-$ фазах и окончательное физическое структурирование в системе углеродных фаз. Существенным для процесса метаморфизма ископаемых углей является переход от сравнительно однородной $CH-$ структуры с незначительной долей очагов $C-$ фазы (по размером и концентрации) через стадию максимальной гетерогенности (с соизмеримой концентрацией $CH-$ и $C-$ фаз) к квазиоднородной $C-$ фазе с отдельными вкраплениями $CH-$ фазы (высокая степень метаморфизма). Критическому состоянию выбросоопасное состояние угля с максимальной гетерогенностью его микроструктуры (наличие соизмеримых количеств $CH-$ и $C-$ фаз) закономерно соответствует и макроскопическая неоднородность распределения физико-химических свойств по пробе угля с заданными размерами, а качественно различным состоянием углеродного вещества соответствует и принципиально различная величина дисперсии физико-химических свойств $D_I(\eta)$ 0.085 ($CH-$) и 0.07 ($C-$) для гомогенного и 0.26 для гетерогенного состояния [1].

II. Эксперименты и Обсуждение

Работоспособность способа прогнозирования проверялась на углях шахта Донецкого угольного бассейна. Проба 1 (коксирующий уголь марка К)

была взята из выбросоопасного участка (имелись случай выброса). Проба 2 (уголь высокой степени метаморфизма, антрацит) была взята невыбросоопасного участка. Пробу разделили на анализируемые элементы и измеряли разброс величины интенсивности сигнала парамагнитных центров с $g = 2.0027 \pm 0.0002$ по элементам.

Регистрация спектров ЭПР проводилась на радиоспектрометре RadioPAN SE/X-2543 при частоте модуляции постоянного магнитного поля $f_m = 100$ кГц. Как видно из рис. 1, дисперсия для пробы 1 в 3.7 раза превышает аналогичное значение для пробы 2. Исходя из этих значений дисперсии уголь в первой пробе относят к опасным с высокой вероятностью выброса. Уголь во второй пробе относят к неопасным, что согласуется данными полученными традиционными способами прогнозирования [2]. В конце заметим, что экспериментальные кривые распределения величины интенсивности сигнала $\frac{n}{n_{max}}(lg \frac{I}{I_{max}})$ парамагнитных центров с $g = 2.0027 \pm 0.0002$ описываются Гауссовыми кривыми, как мы предполагали. Экспрессность способа определяется высокой информационной способностью радиоспектроскопических измерений при установлении структурных особенностей углеродных материалов.

На основе предложенных нами модели мы определили дисперсию D_I интенсивностей ЭПР спектров, образцов углей, добываемых в некоторых месторождениях Монголии. Ниже, в таблице II, приводятся экспериментальные результаты полученных при измерении интенсивностей ЭПР спектров образцов углей практически особо интересных месторождений нашей страны [3].

Угли добываемые на шахтах Багануур и Шивээ-Овоо используется как энергоносителей на электростанциях города Улан-Батор. Там часто наблюдается процесс самовозгорания и газовыделения при длительным хранении заготовки углей, особенно, в зимний период. Эти факты удовлетворительно согласуется с нашими экспери-

*E-mail: gshilagardi@num.edu.mn

Таблица I: Дисперсия изучаемых углей.

Название месторождения	Дисперсия связанная с геологическим временем, D_I
Шивээ-Овоо	0.23
Мааньт	0.25
Тавантолгой	0.07
Хушуут	0.04
Айл Баян	0.02

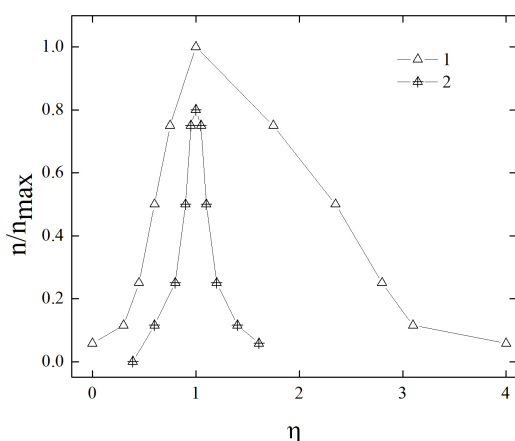


Рис. 1: Экспериментальные кривые распределения величины интенсивности сигнала $\frac{n}{n_{max}(\lg(\frac{T}{T_{max}}))}$ парамагнитных центров с $g = 2.0027 \pm 0.0002$. Кривая 1 соответствует пробе 1 из выбросоопасного участка, 2 из невыбросоопасного [1].

ментальными данными, поскольку дисперсия D_I , интенсивностей ЭПР спектров образцов углей этих месторождений очень высока, например, для Багануур и Шивээ-Овоо, соответственно 0.19 и 0.23. Наоборот дисперсия полукоксирующих углей от месторождений Тавантолгой (0.07) и Айл Баян (0.02) очень низка [3].

Зависимость дисперсия интенсивностей ЭПР от температуры и давления. Уголь является сложным углеродсодержащим веществом, при их формирования как твердое топливо, основные роли играет температура и давление. Следовательно, дисперсия интенсивностей ЭПР спектров отражает суммарный эффект как от температуры, так и от давления. Ниже приводятся экспериментальные кривые распределения парамагнитных центров (пропорциональных интенсивностей ЭПР спектров) по безразмерным геологическим временем и температурам для образцов углей из Айл Баянского месторождения. Как видно из рисунка 2, обе кривые описываются Гауссовыми распределениями. Такие же Гауссовы распределения получаются для других месторождений, значения

дисперсий интенсивностей зависящих от температуры и давления приведены в ниже в таблице II. Дисперсия, определённая из зависимости $\frac{n}{n_{max}(\eta)}$ содержит информацию от температуры и давления одновременно, а дисперсия определённая из зависимости $\frac{n}{n_{max}(\frac{T}{T_{max}})}$ только от температуры. Поэтому мы воспользуясь теоремой умножения вероятности можем написать следующее соотношение:

$$D_I = D_T \cdot D_P, \quad (1)$$

где D_I дисперсия интенсивностей ЭПР спектров, связанная с геологическим временем, D_T дисперсия интенсивностей связанная с температурой, D_P дисперсия интенсивностей связанная с давлением.

В таблице II приведены значений D_I , D_T и D_P выше упомянутых месторождений Монголии. Как видно из таблицы II для углей добываемых от месторождении Тавантолгой, Хушуут и Айл Баяна дисперсия связанная с давлением очень низка (0.07 - 0.10). Значит, процесс образования углей в этих месторождениях происходит в глубине поверхности Земли, где вариация давления незначительно по сравнению с изменением температуры вследствие физико-химических и химических превращений, происходящий в их органической массе. В таких углях почти не наблюдаются газодинамические явления такие, как, самовозгорание, внезапный выброс угля и газа в процессе использования и разработки.

Наоборот, угли добываемые как топлива от месторождений Шивээ-Овоо и Мааньт при длительным хранении под атмосферном давлением самовоспламеняются. Как видно из таблицы II у таких углей, дисперсия связанная с давлением относительно высока (0.70). Следовательно, они образуются относительно неглубоко под земной поверхностью и за счет физико-химических процессов происходящих в их органической массе, а давление под которым находятся угли изменяется в широких пределах и в итоге приводит к гетерогенному состоянию. Значит, мы можем прогнозировать взрывоопасности углей не только по дисперсию интенсивностей ЭПР спектров зависящей от геологического времени, а также по интенсивности ЭПР

Таблица II: Дисперсий изучаемых углей.

Название месторождения	Дисперсия связанная с геологическим временем, D_I	Дисперсия связанная с температурой, D_T	Дисперсия связанная с давлением, D_P
Шивээ-Овоо	0.23	0.29	0.79
Мааньт	0.25	0.35	0.71
Тавантолгой	0.07	0.65	0.10
Хушуут	0.04	0.43	0.09
Айл Баян	0.02	0.30	0.07

спектров зависящей от давления. В этом состоит самая общая приблизительная идея нашего исследования. Поскольку уголь является весьма сложная многокомпонентная система, то точный учет всех факторов приводящих к газодинамическому явлению почти невозможно.

III. Выводы

Для прогнозирования газодинамического явления в угольных месторождениях в частности, выбросоопасности, согласно, выдвинутой нами моделью необходимо, определить дисперсию интенсивностей ЭПР спектров, зависящую от геологического времени D_I равную 0.085 ($CH-$) и 0.07

($C-$) для гомогенного и 0.26 для гетерогенного состояния.

В первом приближении дисперсия интенсивностей D_I зависит от температуры и давления. Экспериментальные кривые распределения парамагнитных центров $\frac{n}{n_{max}(T)}$ и $\frac{n}{n_{max}(P)}$ (пропорциональных интенсивностей ЭПР спектров) описываются Гауссовыми законами. Следовательно, воспользуясь теорию вероятности можно написать простые соотношения (1).

Определённая нами дисперсия интенсивностей зависящая от давления D_P для взрывоопасного месторождения около 0.70, а незрывоопасного 0.07 - 0.10, следовательно, значение D_P для этих месторождений различаются почти на порядок.

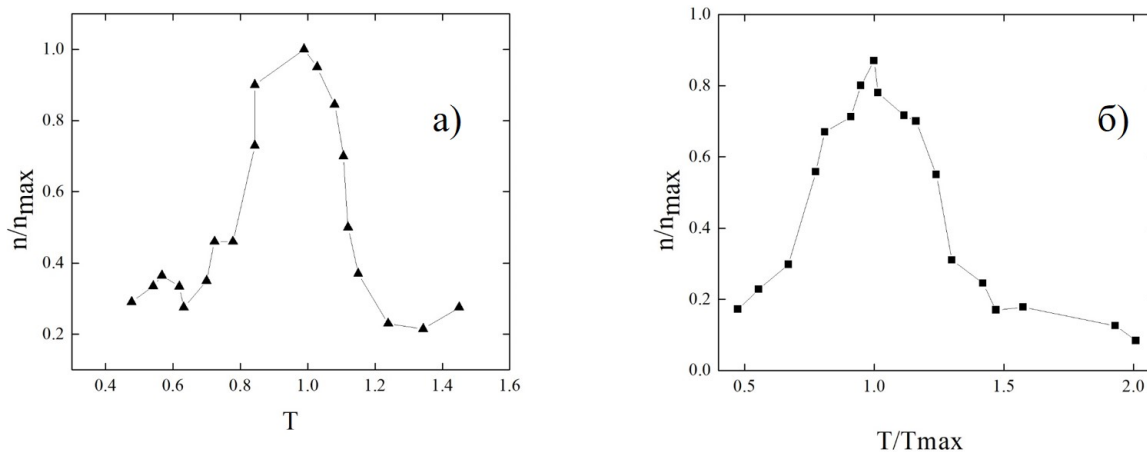


Рис. 2: Зависимость $\frac{n}{n_{max}}$ от безразмерного а) геологического времени (T) и б) температуры ($\frac{T}{T_{max}}$) для угля Айл Баян.

[1] Адашкевич С. В., Смичник А. Д., Стельмах В. Ф., Фролков Г. Д., Шилагарди Г. Динамические явле-

ния в углях, Сборник интернациональной школы

- на Современной Физике - II (ISCP-II), Пресса университета, Улан-Батор, Монголия, 2002, стр. 105-111
- [2] Артемов А. В., Фролков Г. Д. Прогноз выбросоопасности по концентрации парамагнитных центров, Журнала "Уголь 1977, номер 5, стр. 22 - 24.
- [3] Шилагарди Г., Тувшинтур П. VI международная конференция "Наноматериалы и технологии Сборник трудов международной научно-практической конференции. Улан-Уде, Россия, 2016, стр. 221 - 226.