

УДК 622.33:535.33

Канд. техн. наук А.В. Бурчак, вед. инженер Т.М. Дрожжа,
вед. инженер Ю.А. Сериков (ИГТМ НАН Украины)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ УГЛЯ

Розглянуто перспективи експериментального дослідження парамагнітних властивостей вугілля за допомогою модернізованого обладнання. Представлено статистичну оцінку впливу гідродинамічної дії на властивості вугілля з часом.

PERFECTION OF MEASURING OF PARAMAGNETIC PROPERTIES OF COAL

The prospects of experimental research of paramagnetic properties of coal are considered by means the modernized equipment. Statistical estimation of influencing of hydrodynamic action is represented on property of coal in time.

В связи с резким ухудшением экологических условий, развитием экономики и дефицитом энергетических ресурсов комплексная разработка углегазовых месторождений переходит из разряда актуальных проблем в разряд важнейших и требующих скорейшего решения. Для эффективного решения этой проблемы необходимо более глубокое изучение состояния, структуры и свойств газонасыщенного угля. Так как свойства угольного вещества формируются на молекулярном уровне, а передаются через надмолекулярный уровень [1], особое значение для изучения процессов проходящих в системе «уголь-флюид» имеют физические методы исследования угольного вещества на микроуровне. Изучение электронной структуры молекулярных и надмолекулярных образований методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) дает информацию о структуре вещества и природе происходящих в ней трансформаций. Подобный подход позволяет исследовать строение вещества и его свойства через параметры электронной структуры и молекулярного взаимодействия, а также перейти к изучению кинетики процессов, проходящих в газонасыщенном угле под влиянием внешних факторов.

Решение проблемы комплексного изучения свойств и структуры газонасыщенного угля требует новейших методик исследования и современной научной аппаратуры, позволяющей оперативно получить максимально полную и достоверную информацию. С целью изучения электронной структуры угольного вещества и ее возможных трансформаций в ИГТМ НАН Украины проведена реконструкция и модернизация серийного ЭПР спектрометра РЭ-1301 [2, 3].

Модернизация проводилась для реализации оригинальных алгоритмов исследования ископаемой органики и специально разработанных средств программного обеспечения. Для этого ЭПР спектрометр объединили в единый комплекс с персональным компьютером, при этом в его конструкцию были внесены изменения и дополнения, позволившие существенно повысить стабильность работы прибора и снизить уровень шумов. Компьютеризация измерительного эксперимента, включая регистрацию и обработку полученных данных, позволила повысить точность определения основных показателей – интен-

сивности и ширины сигнала. А также расширить информативность исследований за счет оценки формы спектра, важнейшего параметра отражающего природу сигнала и особенности взаимодействия парамагнитных центров (ПМЦ) в угольном веществе.

Каменный уголь – сложный комплекс метастабильных составляющих, поэтому для получения достоверных и сопоставимых данных необходимо количественно оценить возможные изменения парамагнитных свойств угля при его длительном хранении. Известно [4, 5], что основные изменения парамагнитных свойств угля после отбора пробы из пласта происходят достаточно динамично и в первые минуты контакта с кислородом воздуха. При отсутствии, в дальнейшем, внешнего воздействия уровень парамагнетизма угля остается достаточно стабильным [6]. Однако нет ясности относительно условий стабилизации и постоянства парамагнитных свойств угольного вещества, структура которого подверглась трансформации под внешним техногенным воздействием в угольном пласте до отбора пробы.

Циклические изменения барических условий в угольном пласте при проведении гидродинамического воздействия (ГДВ) с целью его дегазации приводят к трансформациям микроструктуры угольного вещества и изменению прочностных свойств пласта. При этом остается открытым вопрос о времени, за которое эти изменения протекают. Для оценки влияния ГДВ на молекулярную и надмолекулярную структуру угольного вещества на участке пласта l_7^6 шахты им. Ф.Э. Дзержинского были отобраны пробы угля марки «Ж». Пробоотбор проводился при последующей выемке угля на исследуемом участке по мере продвижения лавы. Пробы отбирались как в непосредственной близости от технологических скважин, так и в пределах и вне зоны эффективного воздействия. Всего в августе 2006 г. было отобрано, подготовлено и исследовано в лабораторных условиях 46 проб.

Целью проведения лабораторных экспериментов стало выявить возможные изменения в структуре угля, вызванные эффективным гидродинамическим воздействием и пролонгированные во времени. Параллельно оценивалось качество и достоверность методики исследования электронной структуры угольного вещества, а также точность измерений парамагнитных свойств угольных проб в условиях длительного хранения. Экспериментальные исследования методом ЭПР позволили выделить на исследуемом участке зоны с измененной при проведении гидродинамического воздействия структурой угольного вещества. Выделенные зоны хорошо согласуются с результатами параллельных исследований влажности и газосодержания угля, полученными методом ядерного магнитного резонанса [7]. Таким образом, по результатам исследования проб углей, отобранных после проведения ГДВ, выявлены трансформации в молекулярной и надмолекулярной структуре угля, а также оценены изменения парамагнитных свойств угольного вещества.

В январе 2008 г. на том же угольном материале (46 проб) весь комплекс лабораторных экспериментов методом ЭПР был проведен повторно. Для исследований изменения парамагнитных свойств угольного вещества с течением вре-

мени недостаточно накопленного объема информации в виде спектров ЭПР. Необходимо провести статистическую обработку полученных результатов, для этого были применены методы регрессионного анализа, которые позволяют построить линейную аппроксимацию для совокупности двумерных наблюдений, так что квадрат отклонений одной из переменных от прямой минимален [8]. В рассматриваемом случае, такой подход позволяет получить зависимость изменений показателей парамагнетизма угольного вещества с течением времени.

По полученным результатам, была рассчитана погрешность определения концентрации парамагнитных центров (ПМЦ) за полтора года, которая составила 1,6 %. Погрешность определения ширины линии поглощения СВЧ энергии парамагнитными центрами угольного образца за этот же период (18 месяцев) составила 2,2 %. Полученные значения погрешности определения параметров спектра ЭПР угля находятся в пределах погрешности паспортных значений эталонного образца, по отношению к которому проводилась оценка парамагнитных свойств исследуемых углей. Это дает основание утверждать, что при выполнении стандартных требований пробоподготовки и хранения угольного материала, его парамагнитные свойства остаются стабильными достаточно длительное время. То есть изменения в структуре и свойствах угольного вещества под влиянием гидродинамического воздействия проходят в период проведения технологических работ. После завершения воздействия структура и свойства угольного вещества стабилизируются на новом уровне.

Для подтверждения этого вывода были получены: зависимость изменения концентрации ПМЦ со временем, имеющая вид $y_i = 1,01x_i - 0,01$, а также зависимость изменения ширины сигнала ЭПР угольного вещества от времени, имеющая вид $y_i = 0,09x_i + 6,62$. Из приведенных формул видно, что за полтора года концентрация ПМЦ в угле практически не изменилась, а изменение ширины линии поглощения произошло настолько незначительно, что данные пробы могут быть использованы для проведения научных исследований, по крайней мере, в течение 10 лет (для более длительных сроков хранения исследования еще не проводились). Изменения в значениях показателей парамагнетизма углей, вызванные длительным хранением проб, оказались столь малыми, что эти зависимости можно уверенно описывать линейными функциями.

Учитывая такую малую величину погрешности измерений, вызванную большим сроком хранением проб, нецелесообразно проведение дальнейших статистических расчетов, связанных с увеличением показателя степени уравнения, нахождения доверительных интервалов и других статистических исследований.

Выводы:

– использование современных компьютерных технологий позволяет существенно повысить точность и информативность физических методов исследования вещества;

– структурные преобразования в угольном веществе, вызванные внешним возмущающим воздействием краткосрочны, необратимы и приводят к стабилизации системы на новом уровне;

– так как структурные преобразования в угольном веществе в период хранения образцов не наблюдаются, аналитические пробы угля могут быть использованы для проведения физических исследований в течение длительного времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малышев Ю.Н. Фундаментально прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов / Ю.Н. Малышев, К. Н. Трубецкой, А.Т. Айруни.- М.: Издательство Академии горных наук, 2000.- 519 с.: ил.- ISBN 5-7892-0058-3.
2. Гончаренко В.А. Автоматизация процесса обработки и расчета сорбционных и структурных свойств угля, определяемых методом ЭПР / В.А. Гончаренко, А.В. Бурчак, В.В. Котляров // Науковий вісник НГАУ. – 2001. – № 4. – С. 69 – 71.
3. Гончаренко В.А. Геоинформационная технология “ЭПР-ПК” для исследований и определения сорбционных свойств углей / В.А. Гончаренко, А.В. Бурчак, В.В. Котляров // Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск. – 2001. – № 12. – Т.1. – С. 217 – 222.
4. Алексеев А.Д. Радиофизика в угольной промышленности / А.Д. Алексеев, В.Е. Зайденварг, В.В. Синолицкий, Е.В. Ульянова. – М.: Недра, 1992. – 183 с.
5. Кучер Р.В. Структура ископаемых углей и их способность к окислению / Р.В. Кучер, В.А. Компанец, Л.Ф. Бутузова. – К.: Наук. думка, 1980. – 168 с.
6. Поляшов А.С. Калибровочные образцы свойств на основе угольного вещества / А.С. Поляшов // Метрологія та вимірвальна техніка. Наук. праці конф. – Харків, 2002. – С. 89 – 91.
7. Житленок Д.М. Влияние положения очистного забоя на размеры зоны обработки пласта гидродинамическим воздействием / Д.М. Житленок, К.К. Софийский, Д.П. Силян, Г.П. Стариков, Е.А. Воробьев // Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: Матер. XVI Межд. науч. школы. – Симферополь: Таврич. нац. ун-т, 2006. – С. 109 – 111.
8. Дэвис Дж.С. Статистический анализ данных в геологии / Дж.С. Дэвис– М.: Недра, 1990. – Т.1. – С. 227 – 232.

УДК 622.324.447.8

м.н.с. П.М. Явний, канд. геол.-мінерал. наук С.І. Бик,
канд. геол. наук І.В. Бучинська, інж. І.Б. Книш,
м.н.с. О.М. Шевчук, інж. Р.Л. Круглова
(ІГГК НАН України)

ПОТЕНЦІАЛ МЕТАНУ РОБОЧИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ ДІЛЯНКИ №4 ЧЕРВОНОГРАДСЬКА ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

Изучалась общая газоносность и потенциал метана основных угольных пластов участка №4 Червоноградского Львовско-Волинского бассейна. Построены карты газоносности с нанесением изолиний содержания метана для пластов n_7 , n_8 , n_{12} , b_1 . Установлено, что их газоносность увеличивается в северно-западном направлении. Максимальные значения приурочены к зонам разрывных нарушений. Изучение зон повышенной газоносности даст возможность аргументированно проектировать оптимальные технологии угледобычи и каптировать метан.

METHANE POTENTIAL OF WORKING COAL SEAMS IN THE CHERVONOGRADSKA-4 AREA OF THE LVIV-VOLYN COAL BASIN

We have studied the total gas-bearing potential and methane presence of the basic coal seams of the Chervonogradska-4 area of the Lviv-Volyn Basin. Maps showing the gas presence with insertion of the izoline of the methane content for seams n_7 , n_8 , n_{12} , b_1 were compiled. It was established that the gas-bearing potential of coal seams becomes increased in the north-western direction and is confined to the zones of dislocations with a break of continuity. Determination of the zones of increased gas potential allows us to plan motivate the optimum technologies for coal production.