

**ЗМІНА СТРУКТУРИ ВУГІЛЛЯ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ
ДИНАМІЧНОГО РУЙНУВАННЯ**

В работе представлены результаты по изменению структуры угля на микро уровне методами ЭПР-спектроскопией и электронно-растровой спектроскопией при физическом моделировании динамических явлений в угольных образцах.

**THE CHANGE OF STRUCTURE COAL AT THE MODELING
OF DYNAMIC DESTRUCTION**

The results on the change of structure coal on micro levels are presented by methods of EPR-spectroscopy and electronic-raster spectroscopy at the physical modeling of the dynamic phenomena in coal sample.

Прояви динамічного руйнування (ДР) викидонебезпечних вугільних пластів приводить до серйозних соціальних потрясінь і значного економічного збитку на державному рівні. Методом фізичного моделювання ДР в умовах експерименту [1-5] автори мають намір доповнити існуючі уявлення про механізм ініціювання і розвитку ДР у вугільній речовині при розвантаженні в гранично напруженому стані. Відомо, що при газо – динамічних явищах змінюється структура вугільної речовини на мікрорівні [6-12], а саме підвищується кількість парамагнітних центрів в зразках речовини відібраної із зоні викиду. Ширина сигналу ЕПР змінюється залежно від ступеня участі вугілля в процесі викиду.

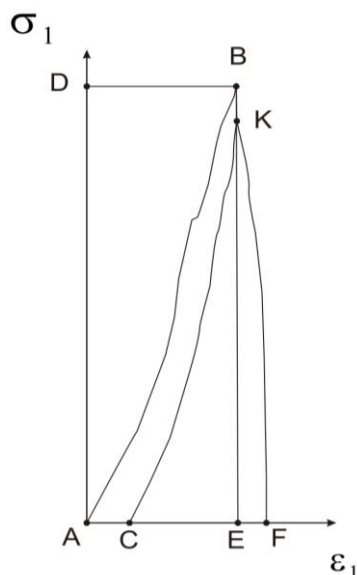
Мета роботи – визначення характеру впливу енергії динамічної дії з проявом ДЯ на вугільні зразки на молекулярному і над молекулярному рівнях методами ЕПР-спектроскопії і електроно-растрової мікроскопії.

Моделювання ДЯ проводилося по методиці, представленої в роботах [1-3], сенс якої полягає в різкій зміні стану вугілля (мал.1) в гранично напруженому вугільному зразку.

По отриманих даних зусилля преса і деформацій, будується діаграма напруга – деформація, за даними якої стає можливим визначення балансу витраченої енергії на руйнування.

Розглянемо діаграму напруга – деформація, яка показана на малюнку 1, де площа S_{ADBE} визначає величину енергії $E_{сист}^{nom}$ системи прес – зразок, площа S_{ABC} характеризує енергію $E_{обр}^{disc}$, яка розсіюється (дисипує) в структурі зразка, яка визначається площею S_{ABDE} . Площа S_{ADB} – це значення потенційної $E_{прес}^{nom}$ енергії преса на рівні напруги $\sigma_1 = D$ (див. мал.1). Площа S_{ABE} визначає потенційну $E_{обр}^{nom}$ енергію зразка для $\sigma_1 = D$. Площа S_{ABKF} визначає

значення $E_{разр}^{дин}$ енергії витрачену на руйнування зразка в результаті ініціації динамічного руйнування вугілля з урахуванням дисипативних втрат. Площа S_{ABKF} визначає енергію, витрачену на динамічне руйнування вугільного зразка без урахування енергії на дисипацію.



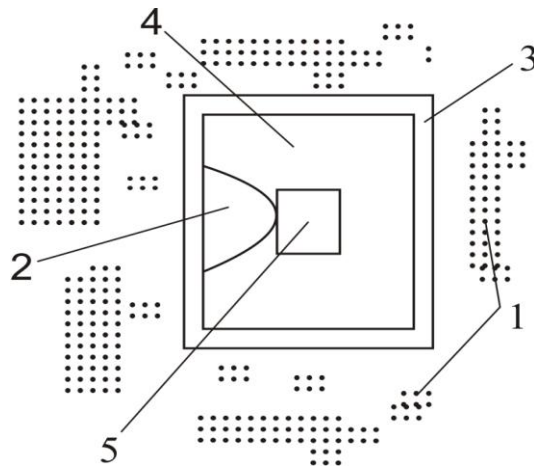
Мал. 1 – Схема до аналізу діаграми напруга - деформація

Тоді відношення $E_{разр}^{дин}$ к $E_{сист}^{пот}$ (1) указує на вид динамічного руйнування вугілля при його ініціації, таким чином дізнаємося ступінь динамічної дії на зразок з боку системи $E_{сист}^{пот} = E_{прес}^{пот} + E_{обр}^{пот}$ прес – зразок.

$$n = \frac{E_{разр}^{дин}}{E_{сист}^{пот}}, \quad (1)$$

Коефіцієнт n (коефіцієнт використання потенційної енергії системи) може набувати значення в інтервалі від 0,0 до 1,0. При значенні коефіцієнта $n=0,3-0,5$ відбувається руйнування зразка за рахунок накопиченої їм потенційної енергії при навантаженні. При значенні коефіцієнта $n>0,5$ відбувається руйнування вугілля за рахунок накопиченої зразком потенційної енергії і потенційної енергії преса, спільно.

Відбір зразків речовини для подальших досліджень структури проводиться по схемі, показаній на мал.2



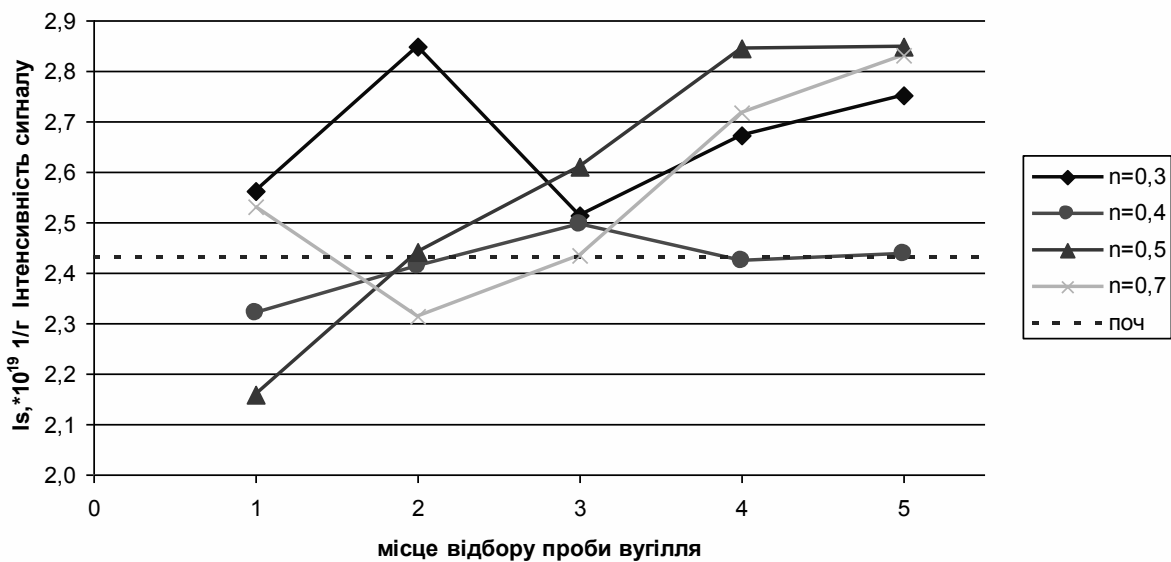
1 – зруйнована до рівня мелкодисперсного пилу вугільна маса; 2 – порожнина, яка утворилася, але не відокремилася від зразка (зона ДР); 3 – крайня міцна частина зразка; 4 – середня частина зразка, що зберегла здатність тримати стискуючі напруження; 5 – центральна частина зразка

Мал. 2 – Схема відбору проб вугілля при дії напругою, що динамічно змінюється, в гранично напруженому вугільному зразку (вигляд зверху)

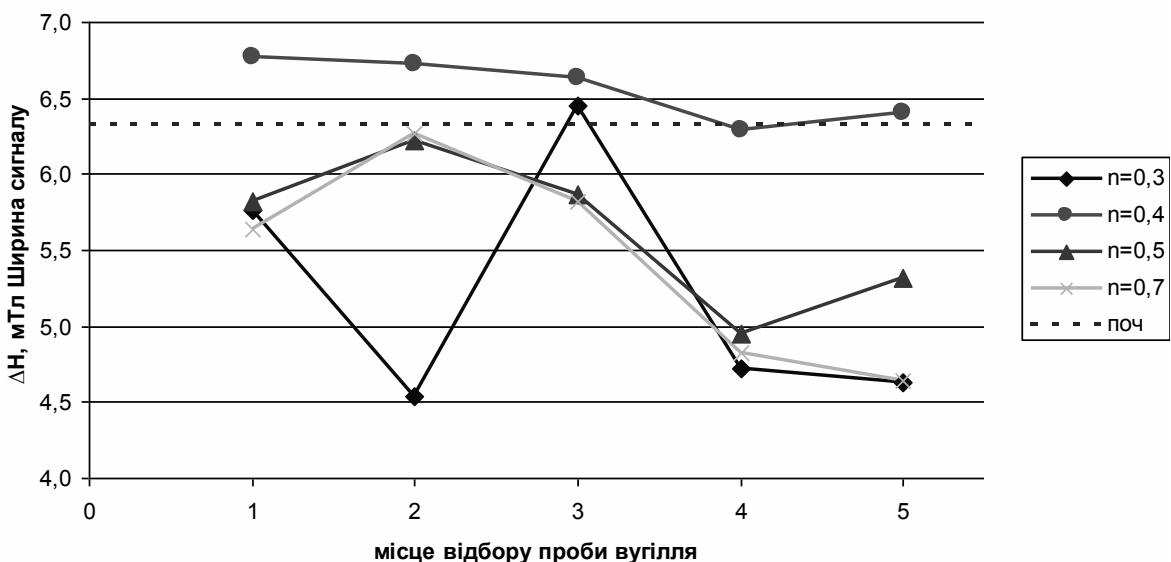
Зразки були виготовлені з цілісного, витриманого шматка вугілля відібраного з 15 східної «біс» лави шахти ім. О.Ф.Засядько по пласту m_3 . Розміри зразків були $40 \times 40 \times 5,3$ мм. Для кожного виду ДР були відібрані по 3 зразки. Відбір речовини проводився по схемі, що показана на мал.2, для кожного виду ДР. На мал.3,4 приведені усереднені результати вимірів методом ЕПР.

З аналізу мал.3 при $n=0,3$ у зоні ДР досягнуто максимальне значення концентрації парамагнітних центрів, подібної до тієї, що спостерігалась при динамічних явищах у природних умовах [6-9].

З мал.4 при $n=0,3$ у зоні ДР суттєво зменшується ширина сигналу спектру ЕПР, що свідчить про зміну природи сигналу. В цих енергетичних умовах проходить деструкція аліфатичної складової, наслідком якої може бути генерація низько молекулярних з'єднань (газу). Зменшення ширини сигналу відбувається внаслідок втрати вугіллям парамагнітних центрів вільно – радикального типу, які забезпечують широку складову сигналу ЕПР [11-12]. Звуження спектру відбувається внаслідок підвищення вмісту спряжених систем в речовині, що належить до зони ДР.

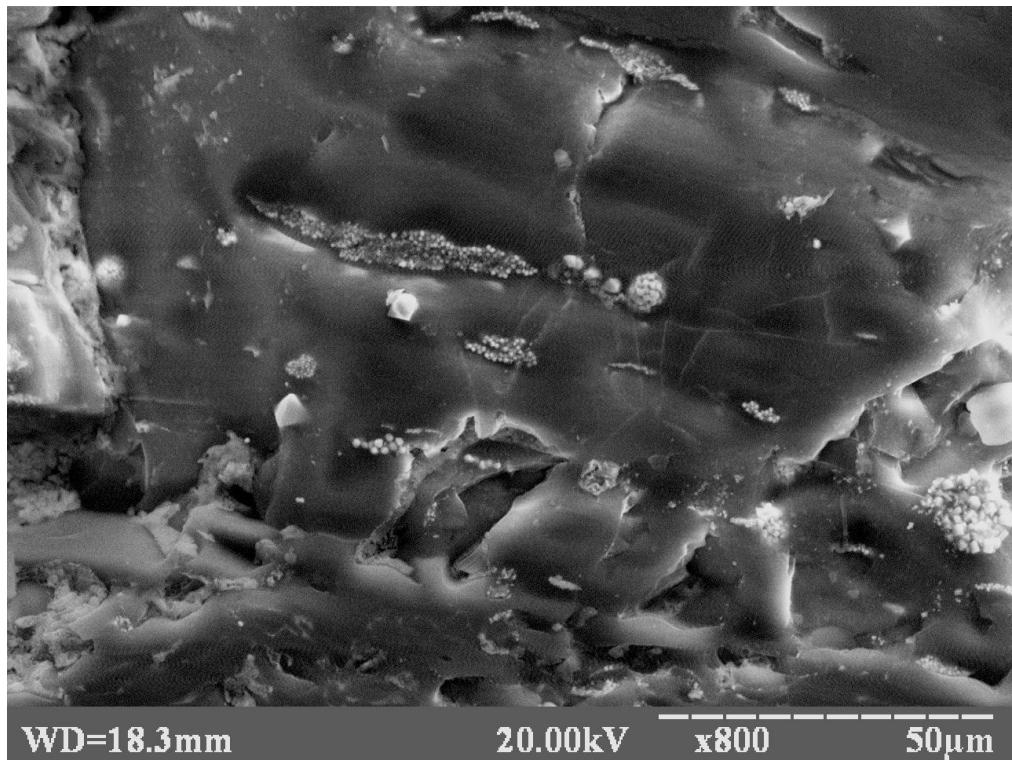


Мал. 3 – Зміна концентрації парамагнітних центрів у вугільному матеріалі, відібраному в різних частинах зразків (по осі абсцис цифрами вказані місця відбору проб вугілля відповідно до мал.2) для різних значень коефіцієнта n (виду динамічного руйнування)

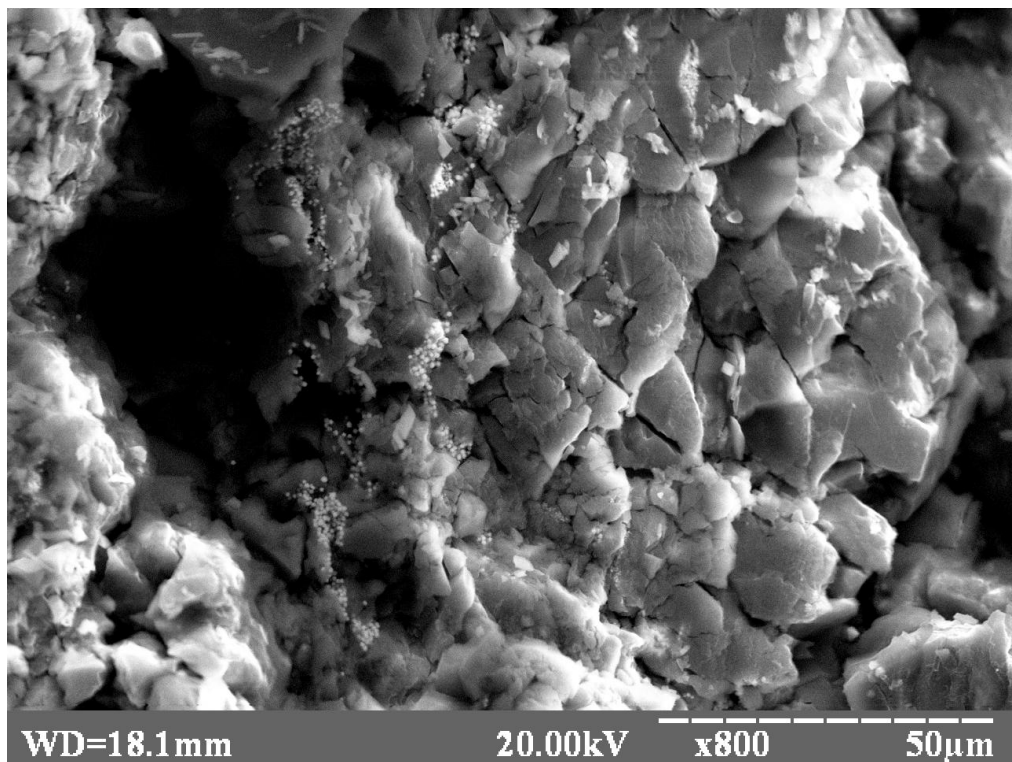


Мал. 4 – Зміна ширини сигналу спектру ЕПР у вугільному матеріалі, відібраному в різних частинах зразків (по осі абсцис цифрами вказані місця відбору проб вугілля відповідно до мал.2) для різних значень коефіцієнта n (виду динамічного руйнування)

На мал.5,6 приведений приклад зміни структури на мікрорівні при використанні електронно-растрового мікроскопа (фотографії отримані у ДВ ДГРІ, м. Дніпропетровськ).



Мал. 5 – Фрагмент структури вугілля перед динамічним руйнуванням



Мал. 6 – Фрагмент структури вугілля, що піддався динамічному руйнуванню

З мал.5,6 помітно, що після динамічного руйнування вугілля придбало блокову будову від 5,0 до 0,5 мікрон і менше, що є підтвердженням зміни структури вугілля на мікро рівні. Подібні результати були отримані в роботі [6].

Висновки.

Методом ЕПР показано, що в зоні ДЯ для $n=0,3$ відбувається істотне підвищення концентрації парамагнітних центрів, ширина сигналу ЕПР зменшується, що пояснюється зміною природи сигналу внаслідок деструкцією аліфатичної складової вугільної речовини.

Коефіцієнт використання потенційної енергії системи прес-зразок може приймати значення від 0,0 до 1,0; де від 0,0 до 0,3 – дисипаційні втрати (динамічні явища не спостерігаються), фізичному моделюванню ДЯ відповідає значення коефіцієнту $n=0,3-0,5$, при значенні $n=0,5-1,0$ можливе моделювання гірничого удару.

Показано, що процеси які відбуваються при фізичному моделюванні руйнування вугілля при розвантаженні в гранично напруженому стані за своєю природою подібні до процесів, що відбуваються при динамічних явищах, у вугільних пластах.

Наведена робота виконана за кошти гранту Президента України для обдарованої молоді.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дякун Р.А. Результаты исследований поведения угольных образцов при высоких давлениях / Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпропетровськ, 2006. – Вип. 62. – С. 73-84.
2. Кияшко Ю.И., Дякун Р.А. Установление минимальной скорости разгрузки напряженного образца угля при которой происходит его быстрое разрушение до уровня мелкодисперсной пыли / Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпропетровськ, 2006. – Вип. 65. – С. 61-66.
3. Дякун Р.А. Особенности разрушения угольного вещества при разгрузке в предельно напряженном состоянии / Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2007». – Д.: Національний гірничий університет 2007. – С. 75-80.
4. Кияшко Ю.И., Дякун Р.А., Закономерности разрушения угольного вещества за традиционно определяемыми пределами прочности / Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках / Матер. XVIII Межд. Науч. Школы. – Симферополь: Таврич. нац. ун-т, 2007. – С. 134-136.
5. Дякун Р.А., Кияшко Ю.И. Механизм радиально-послойного разрушения угля в предельно-напряженном состоянии при разгрузке / Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках / Матер. XVIII Межд. Науч. Школы. – Симферополь: Таврич. нац. ун-т, 2008. – С. 85-87.
6. Дякун Р.А., Барановський В.И. Петрографические исследования углей подвергшихся экспериментальному одноосному сжатию/ Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 80. – С. 193-197.
7. Максимова Н.Е., Русьянова Н.Д., Мухаметзянова Е.Э. Тенина А.В. Изменение состава и структуры углей в выбросоопасных зонах угольного пласта и в поцессе внезапного выброса угля и газа / ХТТ, №3, 1995, С28-31.
8. Фролков Г.Д., Фандеев М.И., Малова Г.В., Фролков А.Г., Французов С.А., Соболев В.В. Влияние природной механоактивации на выбросоопасность углей/ ХТТ, №3, 1995, С22-33.
9. Лукинов В.В., Бурчак А.В. Исследование структурных особенностей выбросоопасных углей методом ЭПР/ Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпропетровськ, 2005. – Вип. 57. – С. 35-40.
10. Малышев Ю.Н., Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. Фундаментально прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов – М.: Изд-во Академии горн. наук., – 2000 – 519с.
11. Саранчук В.И., Айруни А.Т., Ковалев К.Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля.

– Киев: Наукова думка, 1988. – 192с.

12. Алексеев А.Д., Зайденварг В.Е., Синолицкий В.В., Ульянова Е.В. Радиопизика в угольной промышленности – М.: Недра., – 1992, 184с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.Г. Перепелицею 18.08.09